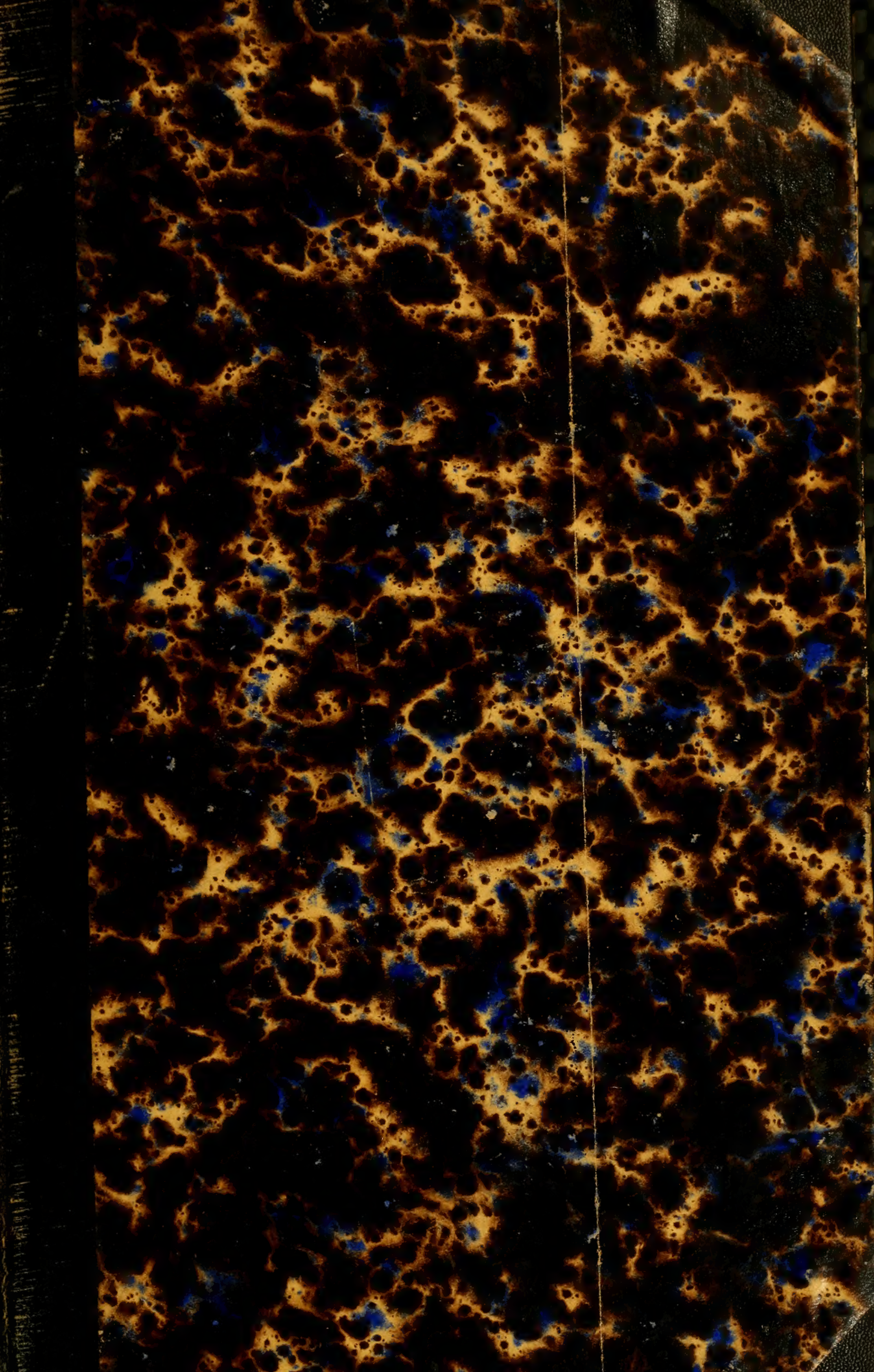
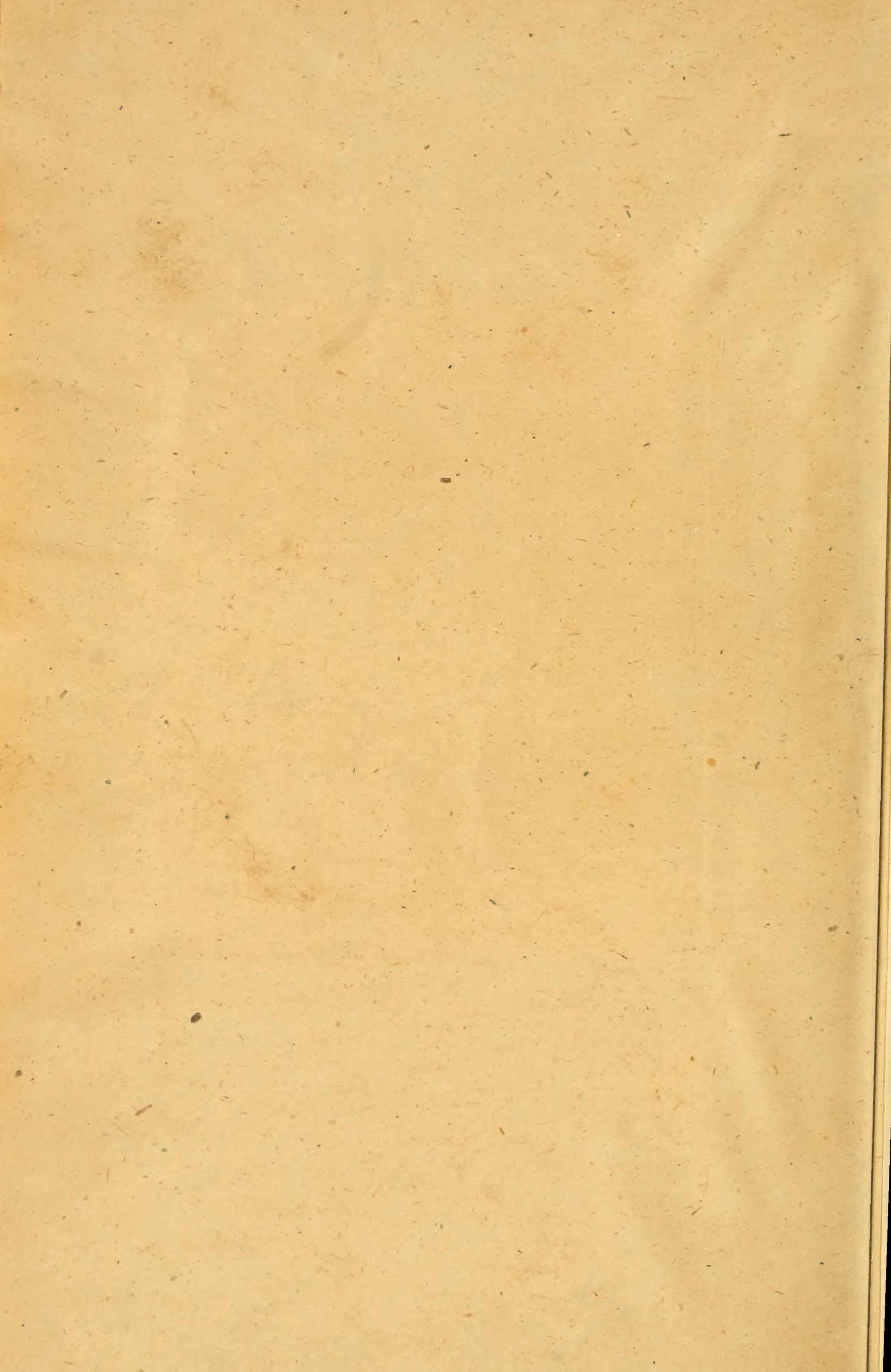






SITZUNGSBERICHTE

DER KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

FÜNFUNDZWANZIGSTER BAND.



WIEN.

AUS DER K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN COMMISSION BEI KARL GEROLD'S SOHN, BUCHHÄNDLER DER KAIS. AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1857.

SITZUNGSBERICHTE

DER

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN CLASSE

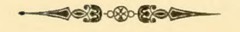
DER KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

FÜNFUNDZWANZIGSTER BAND.

JAHRGANG 1857. HEFT I UND II.

(Mit 1 Karte u. 20 Tafeln.)



WIEN.

AUS DER K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN COMMISSION BEI KARL GEROLD'S SOHN, BUCHHÄNDLER DER KAIS. AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1857.

INHALT.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

XXV. BAND. I. HEFT.

JAHRGANG 1857. — JUNI.

SITZUNG VOM 12. JUNI 1857.

Eingesendete Abhandlung.

Beiträge zur Kenntniss der Beihilfe der Nerven zur Speichelsecretion.

Von **Johann Czermak**,
Professor in Krakau.

(Mit I Tafel.)

Prof. Ludwig, der bekanntlich vor einigen Jahren die directe Beihilfe gewisser Hirnnerven zur Speichelsecretion entdeckte[1]), hat im vorigen Sommer gefunden, dass auch die Reizung des sympathischen Astes der *Gl. submaxillaris*, ja des Halstheiles des Sympathicus selbst die Speichelsecretion einleiten könne.

Ohne von dieser letzteren Thatsache etwas zu wissen, habe ich im Jänner l. J. unabhängig von Ludwig durch 9 Versuchsreihen an Hunden, die ich mit meinem Assistenten Dr. G. v. Piotrowski in dem unter meiner Leitung stehenden physiologischen Institute der k. k. Jagell. Universität zu Krakau anstellte, den Einfluss der Reizung des Sympathicus am Halse auf die Speichelsecretion constatirt, überdies aber die merkwürdige Wahrnehmung gemacht, dass die Reizung dieses Nervenstammes unter gewissen Umständen auch hemmend auf den mächtigen Speichelstrom einwirken könne, der bekanntlich bei der Erregung des Drüsenastes vom *N. lingualis,* aus der *Gl. submaxillaris* hervorquillt.

Eine kurze Notiz über meinen unerwarteten Fund habe ich bei der kais. Akademie der Wissenschaften in einem versiegelten

[1]) Ludwig in der Mitth. der Zürich. naturf. Gesell. 1851.

Schreiben, welches Prof. Brücke am 5. Februar l. J. zu überreichen so gütig war, hinterlegt.

Jetzt stehe ich nicht mehr an, die vorläufigen Resultate meiner Untersuchungen zu veröffentlichen, da ich während meines letzten Aufenthaltes in Wien (Ostern 1857) im Laboratorium der k. k. Josephs-Akademie gemeinschaftlich mit Prof. Ludwig und vor Kurzem auch wieder im Krakauer Institute mit Dr. von Piotrowski eine neue Reihe von einschlägigen Versuchen angestellt habe, die zwar noch lange nicht als abgeschlossen zu betrachten sind und mich desshalb auch noch fortwährend beschäftigen, die aber doch schon keinen Zweifel mehr übrig lassen, dass die aus irgend einem Grunde im Gange befindliche Speichelsecretion aus der *Gl. submaxillaris* beim Hunde durch elektrische Reizung des Halstheiles des Sympathicus unter gewissen Umständen in kurzer Zeit auffallend verlangsamt, ja selbst gänzlich zum Stehen gebracht werden könne.

Hinsichtlich der Ausführung meiner letzten Versuche will ich Folgendes bemerken:

In den Ausführungsgang der *Gl. submaxillaris* wird ein kleines Röhrchen eingebunden, an welches eine längere graduirte Glasröhre von der Dicke eines Gänsekieles leicht angesteckt werden kann.

An der Eintheilung dieser in fast horizontaler Richtung fixirten Steigröhre kann man den jeweiligen Stand der Speichelsäule genau ablesen. Ist die Steigröhre voll, so wird sie entfernt, entleert, und dann wieder angesteckt.

Die Reizung der Nerven geschieht auf elektrischem Wege vermittelst zweier von derselben Säule getriebener[1]) Du Bois'scher Inductionsapparate, von denen der eine nur mit dem Drüsenaste des *N. lingualis*, der andere nur mit dem Halstheile des Sympathicus durch seinen Reizträger in Berührung ist.

Als Reizträger empfehlen sich hier (wie überall, wo es sich um eine möglichst isolirte elektrische Reizung lebender Nerven handelt) jene einfachen Apparate, welche neuerlich in Ludwig's Laboratorium gebraucht werden.

Sie bestehen aus zwei Platindräthen, die auf einer biegsamen, nicht leitenden, bandartigen Unterlage befestigt, bequem durch

---

[1]) Es versteht sich von selbst, dass nur einer der Unterbrecher in Thätigkeit belassen der andere durch Herabdrehen der Stellschraube festgestellt wird.

angelöthete durchbohrte Kupfercylinder mit den Leitungsdräthen des Inductionsapparates in Verbindung zu setzen sind. Sie haben den grossen Vortheil, dass sie leicht unter dem eine kurze Strecke weit frei präparirten Nerven durchgesteckt, dann umgebogen und sammt dem von ihnen umgriffenen Nerven in die Tiefe der Wunde, welche man schliesslich zunäht, zurückgeschoben werden können, so dass die Nerven, vor schädlichen äusseren Einflüssen geschützt, unter möglichst günstigen Bedingungen sich befinden, stundenlang ihre Erregbarkeit bewahren und unverrückt in der Öse zwischen den Platindräthen ruhen.

Behufs der raschen beliebigen Unterbrechung der Wirkung der Inductionsapparate habe ich nach Pflüger's Vorgang Nebenschliessungen aus dickem Kupferdrath angebracht.

Die mit Glaspapier blank geriebenen Köpfe der Schrauben, welche die Leitungsdräthe an die Inductionsrolle befestigen, steckten nämlich in durchbohrten Korken und bildeten so den Boden kleiner mit Hg. gefüllter Näpfchen, die dann nach Belieben durch einen kurzen dicken Kupferdrath leitend verbunden werden konnten.

Ich habe mich überzeugt, das wenn die Enden des als Nebenschliessung gebrauchten Kupferdrathes in die Quecksilbernäpfchen tauchen, auch der empfindlichste Froschschenkel keine Spur von Wirkung in dem Kreise der Leitungsdräthe anzeigt, während dieselbe sofort in beliebiger Stärke eintritt, sobald man den Kupferdrath aus den Quecksilbernäpfchen heraushebt.

Auf diese Art konnte ich überaus bequem, sicher und schnell bald beide Nerven zugleich, bald den einen oder den anderen für sich allein in Erregung versetzen oder alle Reizung unterbrechen, ohne irgend eine Störung der Thätigkeit der Säule und der Inductionsapparate, und ohne unipolare Wirkungen befürchten zu müssen. Je nach der Stellung der beiden Inductionsrollen auf den Du Bois'schen Schlitten konnten die beiden Nerven nach Belieben mit gleicher oder verschiedener Intensität erregt werden. Es versteht sich, dass die Wirkungen der Apparate bei gleicher und bei verschiedener Stellung der Inductionsrollen vorher mit einander verglichen werden müssen.

Ist alles in der angegebenen Weise vorgerichtet, so kann man zu den Versuchen selbst schreiten, und einem Gehilfen, der die absolute Zeit notirt, die gewählte Anordnung der Erregung und den jeweiligen Stand der Speichelsäule dictiren.

Herr Dr. v. Piotrowski, der ein geübter Stenograph ist, hat mir bei diesen Versuchen durch seine Geschicklichkeit und Gewissenhaftigkeit im Notiren die wesentlichsten Dienste geleistet. —

Indem ich zur Mittheilung der Resultate meiner Untersuchungen übergehe, muss ich jedoch nochmals hervorheben, dass ich nur die letzten Versuchsreihen in der skizzirten exacten Weise ausgeführt habe, indem sich die Methode erst mit der öfteren Wiederholung der Experimente so weit vervollkommnete.

1. Durch Reizung des *N. Sympathicus* am Halse, mag derselbe undurchschnitten sein oder nach der Durchschneidung sein Kopfende gereizt werden, ist es möglich die Speichelsecretion aus der *Gl. submaxillaris* einzuleiten.

In weitaus den meisten Fällen ist das Steigen der Speichelsäule nur unbedeutend und hört dann auch fast immer schon nach sehr kurzer Zeit, trotz fortdauernder Reizung, gänzlich oder fast gänzlich auf, beginnt aber manchmal nach Unterbrechung der Reizung von selbst wieder.

Nur bei einem einzigen Hunde veranlasste die Reizung des Sympathicus wiederholt ein sehr beträchtliches continuirliches Steigen der Speichelsäule, ähnlich wie die Reizung des Drüsenastes vom *N. lingualis*.

Spätere Versuche werden die Bedingungen, unter welchen solche scheinbare Ausnahmsfälle eintreten, zu ermitteln haben.

Bei der Reizung des Sympathicus erweitert sich zugleich, bekanntlich, die Pupille, und es gehen beide Erscheinungen (Pupillenerweiterung und Speichelsecretion) meist Hand in Hand, doch habe ich mich überzeugt, dass zuweilen die eine ohne die andere auftritt.

2. Durch Reizung des Drüsenastes vom *N. lingualis* wird nach Ludwig's glänzender Entdeckung eine in der Regel überaus copiöse Speichelabsonderung eingeleitet und die Flüssigkeit schreitet sehr rasch und continuirlich in der graduirten Steigröhre fort, doch steigt die Speichelsäule nicht immer mit gleichförmiger Geschwindigkeit, sondern erfährt zuweilen eine beträchtliche Verlangsamung oder Beschleunigung ihrer Bewegung, was sich unmittelbar aus der Betrachtung einiger schon von Ludwig mitgetheilten Curven ergibt.

Ludwig schob diese Unregelmässigkeiten auf die Mangelhaftigkeit seiner damaligen Reizungsmethode. Meine weiter unten

mitgetheilten Erfahrungen scheinen jedoch ein ganz anderes Licht auf diese Erscheinung zu werfen; namentlich da sich in jenem Drüsenaste von Lingualis auch sympathische Fäden, und in der Drüse selbst Ganglienkugeln finden.

In seltenen Fällen erscheint die Speichelsecretion bei Reizung des Drüsenastes vom *N. lingualis* auffallend gering, oder bleibt auch völlig aus.

Ein solcher Fall war es, der mich zur Entdeckung der „Hemmungs-Erscheinungen" bei Reizung des Sympathicus führte.

Ich hatte am 23. Jänner laufenden Jahres die gewöhnlichen Vorbereitungen zu den Versuchen über Speichelsecretion getroffen, hatte aber den Versuch mit der Reizung des Sympathicus, statt wie sonst mit der des Drüsenastes vom *N. lingualis*, begonnen und sah nun zu meinem grossen Erstaunen, dass auf Reizung des Drüsenastes vom *N. lingualis*, welche unmittelbar nach Unterbrechung der Sympathicus-Reizung eingeleitet wurde, das Steigen der im Anfangstheile der graduirten Röhre stockenden Speichelsäule gänzlich ausblieb.

Ich reizte dann den Sympathicus und den Drüsenast vom Lingualis wiederholt nach einander, doch ohne Erfolg, d. h. ohne ein Steigen der Speichelsäule zu erzielen. Missmuthig über dieses scheinbare Misslingen des Versuches gab ich seine Fortsetzung, etwas übereilt, auf und verzeichnete denselben mit wenigen Worten als misslungen in meinem Tagebuche. Später jedoch überlegte ich mir die Sache genauer und kam sofort auf den Gedanken, ob nicht etwa die wahrgenommene Hemmung der Speichelsecretion einer durch die vorangegangene ausgiebige Reizung des Sympathicus bewirkten Veränderung des Kreislaufs, der Gefässe oder irgend welcher Drüsen- oder Nervenelemente zuzuschreiben sei?

Ein zweiter in derselben Weise angestellter Versuch schien den in mir aufgestiegenen Verdacht zu rechtfertigen.

Weitere Versuche widersprachen zwar meiner ursprünglichen Vermuthung, allein die Unmöglichkeit einer irgendwie hemmenden Wirkung des Sympathicus auf die Speichelsecretion war damit noch nicht bewiesen.

Ich bin jetzt sehr zufrieden, dass ich mich durch diese negativen Erfahrungen nicht gleich von der Verfolgung des einmal gefassten Gedankens habe abschrecken lassen, da an meiner ersten Vermuthung immerhin etwas Wahres bleibt und die Experimentalphysiologie

durch die sogleich mitzutheilenden Resultate meiner späteren Versuche um eine sehr merkwürdige Thatsache bereichert wird.

3. Ich setzte meine Untersuchung, nachdem sie einmal aus dem Stadium der beiläufigen Vorversuche herausgetreten war, in der Absicht fort, zunächst zu ermitteln wie sich das Steigen der Speichelsäule verhalte, während der Sympathicus und der Drüsenast vom Lingualis zu gleicher Zeit gereizt werden.

In dieser Beziehung hat sich bei dem vorletzten und letzten Hunde, von denen der erstere nur auf einer, der letztere aber auf beiden Seiten operirt worden war, aus 18 hinter einander angestellten Versuchen mit aller nur wünschenswerthen Sicherheit ergeben, dass die Speichelsäule gleich beim Beginn der Reizung beider undurchschnittenen, in ihren natürlichen Verbindungen belassenen Nerven (der Sympathicus wurde stets durch etwas stärkere elektrische Ströme erregt als der Drüsenast des Lingualis), oder doch bald nach dem Beginne der Reizung, mit sehr grosser, beschleunigter Geschwindigkeit zu steigen begann, aber schon nach 15—30 Sec. eine sehr auffallende, rasch wachsende Verzögerung ihrer Bewegung erfuhr und endlich in mehreren Fällen in gänzlichen Stillstand gerieth, während sie bei alleiniger Reizung des Drüsenastes vom Lingualis viel längere Zeit in mehr oder weniger gleichmässigem raschen Steigen verblieben wäre. (Vgl. Fig. 1 und 5 mit den übrigen.) Wurde dann die Reizung beider Nerven unterbrochen, so stellte sich als Nachwirkung (durch Reflex?) ein ganz allmähliches Steigen der Speichelsäule ein.

Wurde nur die Reizung des Sympathicus unterbrochen, so ergab die fortgesetzte Reizung des Drüsenastes des Lingualis meist eine verhältnissmässig sehr geringe Wirkung, ja in einem Falle, wo in Folge der Erregung beider Nerven nach der anfänglichen Beschleunigung des Steigens der Speichelsäule endlich völliger Stillstand derselben eingetreten war, blieb die Speichelsäule sogar während einer über eine halbe Minute andauernden Reizung des Drüsenastes vom Lingualis unverrückt stehen. (Siehe Fig. 2.) Dieser Fall dürfte beitragen, jenen oben erwähnten, scheinbar misslungenen Versuch, der mich zu den vorliegenden Untersuchungen veranlasste, zu erklären.

Die Wirkung der nach Unterbrechung der Reizung des Drüsenastes vom Lingualis fortgesetzten Sympathicus-Reizung ersieht man

aus Fig. 2. In ähnlicher hemmender Weise wirkt die Sympathicus-Reizung auch auf den Speichelstrom, der in Folge einer Nachwirkung einer früheren Erregung aus der Drüse hervorquillt. (Vgl. Fig. 3.)

Nach meiner unmassgeblichen Auffassung nun dürfte, wie gesagt, in den von mir aufgefundenen Thatsachen eine neue Art von „Hemmungserscheinung“ vorliegen, welche unverkennbar eine gewisse Analogie hat mit der von Ed. Weber und J. Budge entdeckten Hemmung der Herzthätigkeit durch Reizung der Vagi, so wie mit dem von Pflüger entdeckten Stillstehen der peristaltischen Darmbewegungen in Folge einer Reizung der *N. splanchnici*, und welche, wie es scheint (wenigstens zum Theil), unter dem Imperium des sympathischen Nervensystems steht.

Im vorliegenden Falle sind die Verhältnisse offenbar noch viel verwickelter, die Bedingungen der Erscheinung viel complexer als bei der Hemmung der Herz- und Darmbewegungen, wesshalb es vorläufig bei der Mittheilung der nackten Thatsachen, welche mit der Zeit wohl manchen erweiternden und beschränkenden Zuwachs erhalten werden, sein Bewenden haben muss.

Schliesslich erlaube ich mir die letzte am 24. Mai l. J. an einem mittelgrossen, auf beiden Seiten operirten männlichen Hunde, mit aller Exactheit und Bequemlichkeit der oben skizzirten Beobachtungsmethode angestellte Versuchsreihe in Extenso mitzutheilen.

A. Versuchsreihe auf der rechten Seite.

Es wurde mit der Reizung des Drüsenastes vom *N. lingualis* begonnen um:

H.	M.	S.	Jeweiliger Stand der Speichelsäule an der Millimeterscale der Steigröhre.
10	30	57	0
—	31	15	0
—	—	30	10
—	—	35	20
—	—	45	30
—	—	50	40
—	32	0	50
—	—	12	60
—	—	17	70

H.	M.	S.	Jeweiliger Stand der Speichelsäule an der Millimeterscale der Steigröhre.
—	—	24	80
—	—	26	88
—	—	29	90
—	—	31	95
—	—	35	100
—	—	43	110

Nun wurde die Reizung unterbrochen, als Nachwirkung ergab sich:

10	32	55	120
	33	25	130
	—	55	140

Die Steigröhre wurde entfernt, zum grössten Theil (bis auf 30 Mm.) entleert und wieder angesteckt. Es begann die gleichzeitige Reizung des Drüsenastes vom Lingualis und des Sympathicus um:

10	35	10	30
	—	14	40
	—	17	50
	—	21	60
	—	29	80
	—	35	90
	—	43	100
	—	52	105
	36	5	110
	—	30	113

Jetzt stand die Speichelsäule still. Die Reizung des Sympathicus wird unterbrochen um $10^h 36^m 50^s$, die fortgesetzte Reizung des Drüsenastes vom Lingualis allein dauerte bis:

10	37	25	113

der Stand der Speichelsäule blieb derselbe. Nach Unterbrechung der Reizung des Drüsenastes vom Lingualis, also nach Unterbrechung aller Reizung ergab sich als Nachwirkung:

10	37	45	114
	38	10	115 (Schlingbewegung.)
	—	36	120
	41	20	123

Nachdem Stillstand eingetreten war, wurden wieder beide Nerven gleichzeitig gereizt um:

H.	M.	S.	Stand der Speichelsäule.	
10	41	57	130	(Durch Verrückung der Steigröhre.)
	42	2	140	
	—	6	150	
	—	10	160	
	—	17	170	
	—	20	175	
	—	25	180	
	—	31	185	
	—	42	189	
	—	44	190	
	—	47	191	
	—	54	192	
	43	3	193	

Die Reizung des Sympathicus wird unterbrochen. Die fortgesetzte Reizung des Drüsenastes vom Lingualis ergab:

H.	M.	S.	Stand der Speichelsäule.	
10	43	16	194	
	—	25	195	
	—	34	196	
	—	40	197	
	—	45	198	
	—	49	199	
	—	52	200	
	—	56	201	
	—	59	202	
	44	3	203	
	—	7	204	
	—	9	205	
	—	15	206	Alle Reizung unterbrochen; Nachwirkung:
	44	34	208	Stillstand; die Steigröhre wird entleert und dann wieder beide Nerven gereizt:
10	46	0	0	
	—	15	0	
	—	20	10	
	—	32	20	
	—	36	25	
	—	42	30	
	—	51	35	
	47	4	40	
	—	15	41	
	—	30	41	Die Leitung zum Drüsenast vom Lingualis unterbrochen, der allein gereizte Sympathicus ergab:
10	47	45	42	
	48	0	42	
	—	7	43	Alle Reizung unterbrochen um:
10	48	20	43	Nachwirkung:

H.	M.	S.	Stand der Speichelsäule.	
10	48	25	44	
	—	30	45	
	50	45	49	
	52	50	51	
	53	55	52	
	57	25	54	Stillstand; abermalige Reizung beider Nerven um:
10	58	35	54	
	—	45	60	
	—	54	65	
	59	9	70	
	—	36	74	Schlingbewegung.
	—	49	80	
11	0	0	85	
	—	13	90	
	—	27	93	
	—	36	95	
	—	55	99	
	1	0	100	
	—	20	105	
	—	33	106	Die Leitung z. Sympathicus unterbrochen; Reizung des Drüsenastes v. Lingualis allein.
11	1	43	110	
	—	54	112	
	2	10	115	
	—	20	120	
	—	28	121	Alle Reizung unterbrochen; Nachwirkung.
11	2	58	123	
	4	57	124	
	7	40	124	Stillstand; abermalige Reizung beider Nerven (mit verstärkten elektrischen Strömen).
11	8	30	124	(Schlingbewegung).
	—	46	126	(Reizung noch mehr verstärkt).
	9	25	126	
	—	55	127	(Stillstand).

B. Versuchsreihe auf der linken Seite.

Beide Nerven zu gleicher Zeit gereizt um:

H.	M.	S.	Stand der Speichelsäule.
12	1	20	5
	—	27	10
	—	30	20
	—	33	30
	—	35	40
	—	40	45
	—	44	50
	—	49	52

H.	M.	S.	Stand der Speichelsäule.	
	—	55	54	
	2	0	55	
	—	6	56	
	—	17	60	
	-	30	61	Alle Reizung unterbrochen; Nachwirkung.
12	2	40	62	
	—	50	63	
	3	25	66	

Die Steigröhre wurde entleert und um 12h 4 Min. 20 Sec. wieder angesteckt, so dass die Flüssigkeit in der Röhre bei 5 Millim. stand. Nachwirkung dauert fort:

H.	M.	S.	Stand der Speichelsäule.	
12	4	20	5	
	—	28	10	
	-	35	15	
	-	45	20	
	5	6	35	
	—	15	40	
	-	23	45	Um:
12	5	40	55	wird der Sympath. allein zu reizen begonnen:
12	-	48	58	
	—	51	59	
	—	55	60	
	6	3	61	
	—	10	62	
		25	64	Sympathicusreizung unterbrochen, daf. beg. um:
12	6	40		die Reizung des Drüsenastes vom Lingualis.
12	6	45	65	
	—	47	66	
	—	50	70	
	—	55	80	
	7	0	85	
	—	5	90	
	—	10	95	
	—	20	100	Alle Reizung unterbrochen; Nachwirkung:
12	7	30	105	
	—	48	110	
	9	35	155	Nach theilweiser Entleerung der Steigröhre:
	10	40	15	
	11	20	25	
	12	30	35	Um:
12	13	12	40	beginnt abermals die gleichzeitige Reizung beider Nerven:
12	13	17	50	
	—	20	60	
	-	22	70	
	—	25	80	
	—	27	85	
	—	30	90	
	—	35	100	

H.	M.	S.	Stand der Speichelsäule.	
	—	38	107	
	—	42	108	
	—	45	109	
	—	47	110	
	—	51	112	
	14	0	113	
	—	10	115	Alle Reizung unterbrochen; Nachwirkung:
12	14	21	116	
	—	30	117	
	15	23	120	Abermalige gleichzeitige Reiz. beider Nerven:
12	15	28	125	
	—	31	130	
	—	34	135	
	—	37	140	
	—	39	145	
	—	44	150	
	—	47	155	
	—	50	158	
	—	53	160	
	—	58	163	
	16	3	165	
	—	8	166	
	—	13	167	
	—	17	168	
	—	25	169	
	—	36	170	Alle Reizung unterbrochen; Nachwirkung.
12	16	58	171	Die Steigröhre wurde bis auf 7 Mm. entleert; Nachwirkung dauert fort.
12	17	38	7	
	—	55	10	
	18	12	12	
	—	30	14	Um:
12	18	40	15	beginnt wieder gleichzeitig die Reizung beider Nerven:
12	18	44	20	
	—	47	30	
	—	49	40	
	—	51	50	
	—	53	60	
	—	55	70	
	—	59	80	
	19	10	100	
	19	20	104	
	—	26	105	Alle Reizung unterbrochen; Nachwirkung:
12	19	45	109	
	20	0	111	
12	21	0	120	Steigröhre bis auf 8 Mm. entleert:
	22	0	8	
12	—	5	10	Um:
	22	30	14	begann abermals die gleichzeitige Reizung beider Nerven.
12	22	40	15	
	—	46	30	

H.	M.	S.	Stand der Speichelsäule.	
	—	48	40	
	—	51	60	
	—	55	70	
	—	57	75	
	23	0	80	
	—	5	85	
	—	12	88	
	—	16	89	
	—	23	90	
	—	30	92	
	—	36	93	
	—	42	94	
	—	47	95	Unterbrechung aller Reizung; Nachwirkung:
12	24	0	99	
	—	16	100	
	25	29	109	Nochmalige gleichzeitige Reizung beider Nerven.
12	25	36	110	
	—	41	120	
	—	43	130	
	—	45	140	
	—	49	150	
	—	54	160	
	—	56	165	
	26	0	170	
	—	12	173	
	—	20	175	
	—	38	179	
	—	42	180	Unterbrechung aller Reizung; Nachwirkung.
12	26	54	183	
	27	15	185	Steigröhre bis auf 5 Millim. entleert; Nachwirkung dauert fort.
12	27	55	5	
	28	10	8	
	—	24	9	
	—	45	11	Um:
12	29	15	14	abermalige Reizung beider Nerven.
12	29	25	15	
	—	34	30	
	—	36	40	
	—	38	50	
	—	43	60	
	—	48	70	
	—	53	75	
	30	4	80	
	—	12	82	
	—	20	83	
	—	33	84	
	—	40	85	Alle Reizung unterbrochen; Nachwirkung.
12	33	0	95	Um:
12	34	23	99	begann abermals die gleichzeitige Reizung beider Nerven.
12	34	50	100	
	—	56	110	

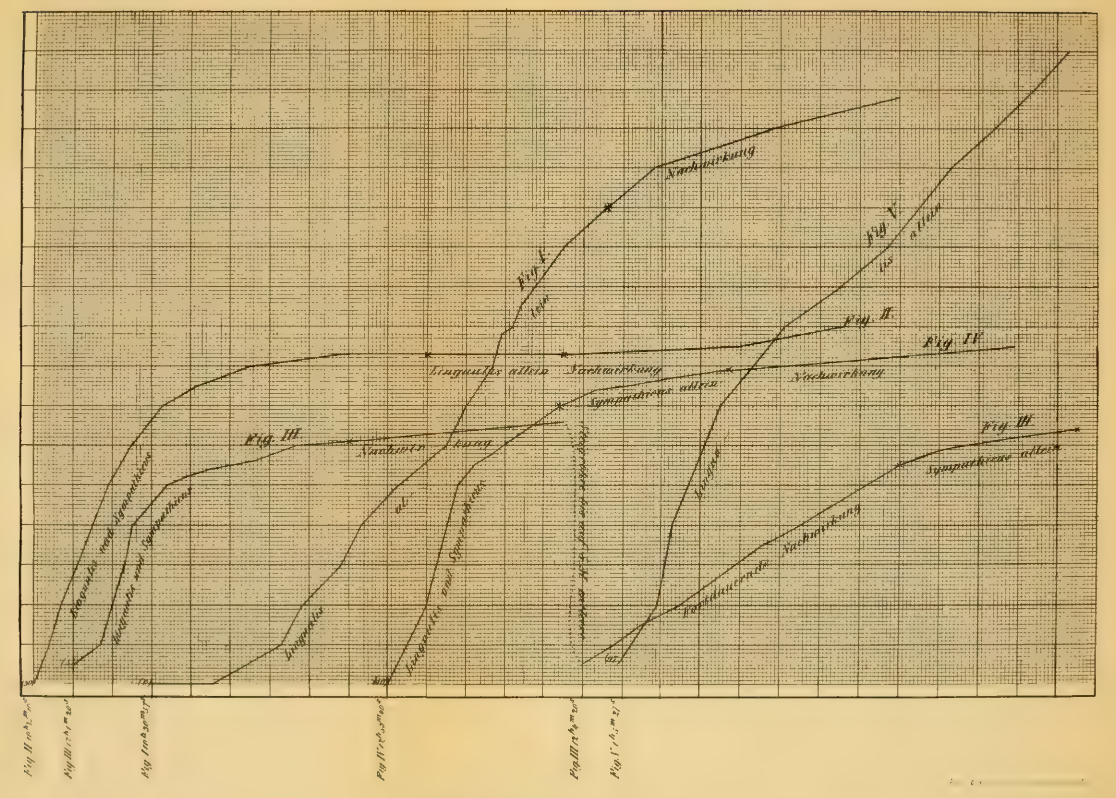
H.	M.	S.	Stand der Speichelsäule.	
	—	59	130	
	35	3	150	
	—	7	160	
	—	12	165	
	—	16	168	
	—	21	170	
	—	27	172	
	—	35	175	
	—	58	180	Alle Reizung unterbrochen; Nachwirkung:
12	36	55	190	Steigröhre bis auf 9 Millim. entleert.
12	37	20	9	
	39	20	16	Um:
12	40	45	19	wurden wieder beide Nerven gleichzeitig, jedoch mit schwächeren Strömen gereizt.
12	41	17	20	
	—	23	30	
	—	25	40	
	—	29	60	
	—	32	70	
	—	36	80	
	—	44	85	
	—	51	90	
12	42	42	95	
	—	9	100	
	—	18	105	
	—	29	110	
	—	39	115	
	—	48	120	
	—	55	125	Alle Reizung unterbrochen; Nachwirkung:
12	43	54	134	Steigröhre bis auf 7 Millim. entleert.
	44	27	7	
	45	32	11	Um:
12	48	15	14	wurden wieder beide Nerven gleichzeitig, jedoch mit stärkeren Strömen gereizt.
12	49	3	15	
	—	10	30	
	—	14	50	
	—	19	70	
	—	25	80	
	—	32	85	
	—	36	90	Die Leitung zum Sympathicus unterbrochen; der allein gereizte Drusenast vom Lingualis ergab:
12	49	45	95	
	—	53	100	
	50	0	105	
	—	6	110	
	—	13	115	
	—	20	120	Alle Reizung unterbrochen; Nachwirkung:
12	50	27	125	
	51	1	130	Steigröhre bis auf 5 Milim. entleert:
12	51	35	5	
	52	15	8	

H.	M.	S.	Stand der Speichelsäule.	
	53	0	9	Abermals wurden die beiden Nerven gleichzeitig gereizt um:
12	53	40	10	
	—	50	30	
	—	55	50	
	—	58	60	
	54	2	65	
	—	7	68	
	—	11	71	
	—	16	75	
	—	24	80	Die Leitung zum Drusenast des Lingualis unterbrochen; fortdauernde Sympathicus-Reizung:
12	54	33	84	
	—	40	85	
	—	53	87	
	55	7	89	Alle Reizung unterbrochen; Nachwirkung:
12	55	46	92	
	57	16	95	Um:
1	4	40	97	wurde der Drüsenast des Lingualis mit verstärktem Strom allein gereizt.
1	5	27	97	
		36	110	
		40	130	
		44	140	
		52	160	
	6	0	170	
		8	180	
		22	190	
		34	200	
		50	220	
	7	1	230	
		11	240	Um:
1	7	20	250	wurde auch die Leitung zum Sympathicus hergestellt; die gleichzeitige Reizung beider Nerven (die Ströme für den Sympathicus waren jedoch nicht verhältnissmässig verstärkt worden) ergab nun;
1	7	26	260	
	—	31	265	
	—	41	275	
	—	46	288	
	—	57	290	
	8	3	295	
	—	6	300	
	—	24	320	
	—	29	325	
	—	34	330	
	—	30	335	
	—	46	340	
	—	97	344	
	9	13	350	

Die beifolgenden Tafeln enthalten die graphischen Darstellungen einiger Bruchstücke der vorstehenden Versuchsreihe.

Ein Grad der Abscissenaxe entspricht einer Secunde, ein Grad der Ordinatenaxe einem Millimeter der Scala der Steigröhre.

Welchem Bruchstücke der Versuchsreihe die einzelnen Curven entsprechen, ersieht man leicht aus der absoluten Zeit, welche an der Abscissenaxe notirt ist. Zur Erleichterung der Übersicht habe ich überdies jede Curve durch Sternchen in Abschnitte getheilt, welche mit den Worten Sympathicus und Lingualis, Lingualis allein, Sympathicus allein, Nachwirkung u. s. w. bezeichnet sind, was so viel heisst, als: während der gemeinschaftlichen Reizung des Sympathicus und des Drusenastes vom Lingualis, während der alleinigen Reizung des Drusenastes vom Lingualis, während der alleinigen Reizung des Sympathicus, während der Unterbrechung aller Reizung u. s. w.


Fig. I.
Nachwirkung
Fig. V.
Fig. II.
Fig. IV.
Lingualis allein
Nachwirkung
Sympathicus allein
Fig. III.
Fig. III.
Sympathicus allein
Fortdauernde Nachwirkung



Vorträge.

Über Gravitation und Erhaltung der Kraft.

Von **Ernst Brücke.**

Am 27. Februar dieses Jahres hielt Faraday in der *Royal society* einen Vortrag, in welchem er nachzuweisen suchte, dass unsere gangbare Vorstellung von der allgemeinen Schwere nicht mit dem Satze von der Erhaltung der Kraft in Einklang stünde. Er definirt die Schwerkraft nach eben dieser gangbaren Vorstellung als „eine einfache anziehende Kraft ausgeübt zwischen zwei oder zwischen allen Partikeln oder Massen, in jeder merklichen *(sensible)* Entfernung, aber mit einer Energie *(strength)*, welche wechselt, umgekehrt wie das Quadrat der Entfernung.“ Er macht hier zunächst darauf aufmerksam, dass diese Definition eine *actio in distans* voraussetze, ein Punkt, der schon Newton Schwierigkeiten bereitet habe, und über den er sich in seinem dritten Briefe an Bentley folgendermassen ausgesprochen:

„*That gravity should be innate, inherent and essential to matter, so that one body may act upon another at a distance, through a vacuum, without the mediation of any thing else, by and through wich their action and force may be conveyed from one to another, is to me so great an absurdity that I believe no man who has in philosophical matters a competent faculty of thinking kan ever fall into it. Gravity must be caused by an agent acting constantly according to certain laws; but wether this agent be material or immaterial I have left to the consideration of my readers.*“

Weiter zeigt Faraday, dass, wenn zwei Partikeln von einander entfernt werden, ihre Anziehung zu einander abnehme. Dies heisse nichts anders, als es werde Kraft vernichtet. Wenn zwei Partikeln einander genähert würden, so nehme ihre Anziehung zu, das

heisse, es werde Kraft erzeugt. Beides sei unvereinbar mit dem höchsten Naturgesetze, mit dem Gesetze von der Erhaltung der Kraft. Wenn wir uns ein Partikel isolirt denken und ohne Gravitiationskraft und bringen dann ein zweites hinzu, so entsteht Anziehungskraft, der Annahme nach von beiden Seiten, es werde also nach der gangbaren Vorstellung wiederum Kraft erschaffen.

Ferner wenn wir uns das Theilchen *B* vom Theilchen *A* unendlich weit fortgebracht denken, so ist die Anziehungskraft unendlich vermindert, es ist als ob *B* in Rücksicht auf *A* vernichtet wäre, und die Kraft von *A* wird zu derselben Zeit auch vernichtet sein. Dasselbe Raisonnement lässt sich auf ein und auf viele Partikeln anwenden. Wenn ein Körper sich dem andern in gravitirender Bewegung nähert, so häuft er in Folge der *vis inertiae* in sich eine Quantität mechanischer Kraft an, und doch hat die *vis attractionis* nicht abgenommen durch die Annäherung sondern zugenommen. Wird aber durch die äussere mechanische Kraft der Körper in entgegengesetzter Richtung entfernt, so wird dadurch keine Kraft aufgespeichert, sondern die *vis attractionis* ist in Folge der grösseren Entfernung nur vermindert worden. Desshalb meint Faraday, seien unsere jetzigen Vorstellungen von der Ursache der Schwere nicht im Einklange mit dem Gesetze von der Erhaltung der Kraft, so lange nicht nachgewiesen wird, wo die erzeugte Kraft herkommt und die verschwundene Kraft bleibt. Er zweifelt nicht an der allgemeinen Anwendbarkeit des Satzes von der Erhaltung der Kraft, aber er glaubt, dass wir mit unserer Definition der allgemeinen Schwere nur eine Wirkungsweise dieser Kraft *(one exercise of that power)* beschreiben und dass sie eine unvollkommene Vorstellung von der Natur der Kraft im Ganzen gebe.

Seit langer Zeit ist keine physicalische Frage von solcher Tragweite allein mit Worten und ohne allen mathematischen Apparat, ohne Hilfe jener wunderbaren Symbole discutirt worden, deren lakonische Beredtsamkeit eindringlicher und überzeugender spricht als die Zungen von Cicero und von Demosthenes. Wenn aber der erste Physiker der Welt, wenn Michael Faraday die Discussion beginnt und so beginnt, so ist dies gewiss ein Zeichen, dass es auch an der Zeit sei, sie so zu führen.

Wenn ich es wage, mich an derselben zu betheiligen, so geschieht es nicht weil ich mich jenem grossen Manne auf seinem

Felde gewachsen fühlte, sondern weil mein Fach, die Physiologie, mich vielleicht in Stand setzt auf dies oder jenes aufmerksam zu machen, was dem Gedankengange des englischen Physikers ferner lag. Stets darauf hingewiesen, die Augen dem inneren Menschen zuzuwenden, vermag ich vielleicht auf einzelne Punkte des Zusammenhanges zwischen unseren Anschauungen und den natürlichen Dingen selbst hinzuweisen, welche uns das Verhältniss des Gravitationsgesetzes zu dem von der Erhaltung der Kraft in einem andern Lichte erscheinen lässt.

Was ist es was man in der Physik mit dem Namen einer Kraft bezeichnet? Wir Menschen stehen der Aussenwelt gegenüber wie eine *Camera obscura*, auf deren Grund sie ihre stets wechselnden Lichtbilder wirft; wir können diese Bilder an und für sich nicht begreifen, noch die Gegenstände von denen sie herrühren, aber wir sehen, dass unter denselben Umständen wiederum dieselben Bilder erscheinen und diese Gesetzmässigkeit ihres Erscheinens erlaubt uns dasselbe voraus zu bestimmen; wir entwerfen zu diesem Zwecke in sprachlichen oder mathematischen Symbolen Formeln, und nennen die Principien, aus welchen sich dieselben herleiten lassen, Naturgesetze.

Wir haben fortwährend Bewegungen vor uns, theils in Form von Massenbewegungen, theils in Form von Bewegung kleinster Theile gegen einander, in Form von Wärme, oder wenn die Strahlen dieser Wärme unsere Sehnerven erregen, in Form von Licht. Wir haben die Umstände, unter denen diese Bewegungen wechseln und einander folgen, derartig studirt, dass wir ihre Erscheinungsweise, ihre Intensität, ihre Richtung im voraus bestimmen können, und wir haben gefunden, dass die hiezu dienenden Formeln die einfachste Gestalt annehmen, wenn wir den einzelnen Theilen der Materie Attribute beilegen, welche wir Kräfte nennen und deren Grösse wir von Masse und Entfernung der Theile abhängig machen. Niemand kann beweisen, dass diese Attribute eine reelle Existenz haben im engeren Sinne des Wortes, dass sie an den Dingen selbst und ausserhalb der menschlichen Gedankenwelt existiren. Wir kennen aus der sinnlichen Erfahrung keine anderen reellen Ursachen der Bewegungen als wieder andere Bewegungen und so fort, bis die Glieder der Kette unseren Blicken entschwinden; aber wir helfen unserer Rathlosigkeit ab dadurch, dass wir gedachte Ursachen hinstellen,

die wir Kräfte nennen, und mit denen wir, und zwar wie die Erfahrung lehrt mit gutem Erfolge, schalten, als ob sie die reellen Ursachen der Bewegungen wären: sie existiren thatsächlich in unserer Gedankenwelt und haben dort ihre volle Berechtigung, ob sie auch existiren würden, wenn es nie ein denkendes Wesen gegeben hätte, das ist eine Frage, die der Mensch nicht entscheiden kann, weil es eben ausserhalb seiner Gedankenwelt keine Erkenntniss für ihn gibt. Alle Naturforschung läuft darauf hinaus, das unmittelbar sinnlich Wahrnehmbare zu erfassen, sich dasjenige, welches der unmittelbaren sinnlichen Wahrnehmung durch seine räumlichen oder zeitlichen Dimensionen entzogen ist, durch Instrumente, durch Versuche und durch Induction aufzuschliessen, und endlich unter sämmtlichen Erscheinungen einen Zusammenhang herzustellen, der mit unseren Denkgesetzen im Einklange ist. Von diesem Standpunkte aus und nur von diesem glaube ich Newton's Zweifel über die in die Ferne wirkende Anziehungskraft betrachten zu dürfen. Er hat durch die That gezeigt, wie sehr er die Nothwendigkeit einsah, sein Gesetz so zu formuliren, wie er es gethan hat, denn nur so konnte es als der unmittelbare Ausdruck der Thatsachen erscheinen; aber er ging weiter, er wollte sich die von ihm logisch abstrahirten Kräfte vorstellen und hier stiess er auf Schwierigkeiten. Wir stellen uns mit vollkommener Deutlichkeit Dinge und Bewegungen vor, auch wenn sie vermöge ihrer Dimensionen oder aus anderen Gründen unserer Sinneswelt entrückt sind; denn für die Vorstellungen von Dingen und von Bewegungen ist das Material stets in dem Schatze unserer Sinnenwelt vorhanden und es bedarf nur des construirenden Verstandes, um die Vorstellung selbst zu entwerfen und aufzubauen. Wir stellen uns die Bewegung der Lufttheilchen im Schall, die Bewegung der Äthertheilchen im Lichte vor ohne wesentliche Schwierigkeiten, das Material ist dafür vorhanden, wir kennen Massen, grosse und kleine, wir kennen ihre Bewegungen, wir brauchen in unserem Geiste nur die letzteren in die entsprechende Form zu bringen und von den räumlichen und zeitlichen Dimensionen zu abstrahiren, so ist alles in Ordnung. Anders verhält es sich mit den Kräften. Die Kräfte kennen wir nur als Abstractionen unseres Geistes, als Abstractionen aus den Veränderungen, welche unser Ich fortwährend durch die Aussenwelt erleidet, und wir besitzen desshalb kein sinnliches Material, um sie vorzustellen. Alle Versuche die wir in dieser Richtung machen, laufen

darauf hinaus, dass wir auf ziemlich plumpe Weise den Kräften Dinge substituiren, die von ihnen völlig verschieden sind, Gewichte welche ziehen, Springfedern welche drängen, weil sie im speciellen Falle ähnliche Wirkungen wie die gedachten Kräfte ausüben würden, oder Linien, weil sie durch ihre gegenseitigen Grössen- und Richtungsverhältnisse die analogen Verhältnisse der Kräfte zu veranschaulichen geeignet sind. Desshalb, weil wir Kräfte überhaupt nicht vorstellen können, konnte sich auch Newton keine Vorstellung machen von einer anziehenden Kraft, die den Körpern inhärirt und durch das Vacuum hindurch auf andere Körper wirkt, und er, dessen Blicken der Himmel durchdringlicher war als das eigene Selbst, verwechselte diese Unmöglichkeit des Vorgestelltwerdens mit der Absurdität. Nichts ist weiter entfernt von der Absurdität als die *in distans* wirkende Anziehung. Bei unseren naturwissenschaftlichen Abstractionen heisst es mehr als irgendwo „an ihren Früchten sollt ihr sie erkennen“ und, wie Faraday selbst sagt, hat sich Newton's Gesetz bewahrheitet *to an extent, that could hardly have been within the conception even of Newton himself when he gave utterance to the law.*

Es hat sich so bewährt, ohne dass man die *actio in distans* jemals aufgegeben hätte, ja die anziehende Kraft schliesst die Idee der *actio in distans* geradezu in sich ein, denn die einzige Erscheinung, die mich mit Nothwendigkeit und unmittelbar zur Annahme einer anziehenden Kraft führt, ist die Annäherung zweier Massen an einander ohne äusseren Anstoss und ohne Mitwirkung anderer Moleküle. Da die Massen sich einander nähern sollen, so können sie nicht von vorne herein in Berührung sein, und weil die Mitwirkung aller anderweitigen Massenelemente ausgeschlossen sein soll, so muss die annähernde Kraft auch durch das Vacuum zwischen beiden Massen hindurch wirken. Wir werden aber auch, wenn ich nicht irre, finden, dass das Gravitationsgesetz, ganz so wie es bisher formulirt war, sich in keinerlei Widerspruch mit dem Satze von der Erhaltung der Kraft befindet. Es sei mir erlaubt von Faraday's eigenem Beispiele auszugehen. Es wird die Masse A von der Masse B durch eine äussere Kraft entfernt; indem dies geschieht, nimmt die Anziehung ab, und zwar verhalten sich die anziehenden Kräfte umgekehrt wie die Quadrate der Entfernungen. Wo bleibt die Kraft, die hier zerstört wird? Die Antwort lautet: Wenn man die Masse A sich selbst über-

lässt, so bewegt sie sich gegen *B* zurück, und wenn sie an ihrem ursprünglichen Orte wieder angekommen ist, so wird sie wieder gerade so stark von *B* angezogen wie früher, und ausserdem hat sie eine gewisse Geschwindigkeit erlangt, deren halbes Quadrat multiplicirt mit der Masse *A* genau der Arbeit gleich ist, welche vorher aufgewendet wurde um *A* von *B* zu entfernen. Durch die von aussen bewirkte Veränderung, behufs welcher Arbeit aufgewendet wurde, ist also in dem Systeme keine Kraft zerstört worden, sondern gerade so viel hinzugebracht, als behufs der Veränderung verbraucht wurde. Gehen wir näher ein in die Natur der Dinge, mit welchen wir es zu thun haben. Was ist unser Mass für die Anziehungskraft? Unser Mass ist der Zuwachs an Geschwindigkeit, welchen ein Körper in der Zeiteinheit durch eben jene Kraft erfährt. Der Körper häuft vermöge der Trägheit die Impulse, welche ihm die Schwere gibt, in sich an, dadurch steigert sich in gleichem Masse seine Geschwindigkeit und das, was er in der Zeiteinheit aufgespeichert hat, dient als Mass für die Grösse der Anziehungskraft; es ist dies das einzig wahre und unmittelbare Mass, welches dafür existirt, denn wie wir den abstracten Begriff der Kraft aus der concreten Erscheinung der Bewegung abgeleitet haben, so müssen wir aus dieser auch das Mass für die Kraft herleiten.

Diese Geschwindigkeitszuwachse nun sind es, welche sich *caeteris paribus* umgekehrt wie die Quadrate der Entfernungen verhalten, und dies steht in keinerlei Widerspruch, sondern im vollsten Einklange mit dem Satze von der Erhaltung der Kraft. Der Satz von der Erhaltung der Kraft sagt aus, dass in jedem System, das sich selbst überlassen bleibt, die Summe der Spannkräfte addirt zur Summe der lebendigen Kräfte zu allen Zeiten dieselbe Grösse gibt. Mit anderen Worten, dass in jedem solchen Systeme die Grösse, welche man erhält, wenn man die sich bewegenden Massen mit den halben Quadraten ihrer Geschwindigkeiten multiplicirt, ein Maximum hat, das ein- für allemal gegeben ist, das nicht überschritten werden kann, an dem aber auch nichts verloren gehen kann, weil Bewegung nie so zerstört wird, dass sie nicht wieder regenerirt werden könnte, weil Bewegung nur verschwindet in Folge einer Ortsveränderung der Massen, die ihrerzeit wieder als Bewegungsursache auftritt und dann, indem die Massen in ihre ursprüngliche Lage zurückgehen, dieselbe Summe von Bewegung reproducirt, welche während ihres

Eintretens consumirt worden ist. Es ist dabei natürlich vorausgesetzt, dass als Mass für die Bewegungen stets die Producte gelten, welche man erhält, wenn man die einzelnen sich bewegenden Massen mit den halben Quadraten ihrer Geschwindigkeiten multiplicirt. Nehmen wir das einfachste System, nehmen wir das oscillirende Pendel. Jenes Maximum ist die lebendige Kraft, welche ich erhalte, wenn ich seine Masse mit dem halben Quadrate der Geschwindigkeit multiplicire, mit welcher es durch seine Gleichgewichtslage hindurchgeht, in jeder andern hat es eine geringere und an den Wendepunkten wird sie und mit ihr die lebendige Kraft Null; aber hier ist die ganze Kraft als Bewegungsursache aufgespeichert und wird wieder die ursprüngliche Bewegung erzeugt haben, wenn das Pendel wieder in der Gleichgewichtslage anlangt, in welcher ausser der nach dem Trägheitsgesetze angehäuften Bewegung keine andere Bewegungsursache mehr auf dasselbe einwirkt. Wenn das Pendel sich aus seiner Gleichgewichtslage entfernt, dabei an Geschwindigkeit verliert, zugleich aber ruhende Bewegungsursache erzeugt wird, so sagen wir, es werde lebendige Kraft in Spannkraft umgesetzt; nähert es sich wieder seiner Gleichgewichtslage und geht dabei aus der Bewegungsursache die Bewegung selbst hervor, so sagen wir, es werde die Spannkraft zu lebendiger Kraft regenerirt. — Den analogen Gang der Dinge sehen wir überall und immer in der Natur von den Bewegungen der Himmelskörper bis zur Flamme, die in unserem Kamine lodert und in der die Atome aus den merkwürdigen und für uns noch immer so räthselhaften Spannungszuständen befreit werden, in welche sie durch jahrelange Arbeit der Sonnenstrahlen hineingeschraubt worden sind. Doch kehren wir zurück zu den Beispielen Faraday's. Betrachten wir zunächst die Masse A, welche von der Masse B entfernt wird. Denken wir, B sei die Erde, A ein Stein, der von ihr aus in die Höhe geschleudert wird. Denken wir uns die Erde als ruhend und sehen wir von dem Widerstande der Atmosphäre und von dem Einflusse der Himmelskörper ab. Der Stein wird, wenn seine Geschwindigkeit Null geworden ist, wieder zurückfallen, und wenn er wieder auf der Erde angelangt ist, so wird er eine Endgeschwindigkeit erlangt haben, deren halbes Quadrat mit seiner Masse multiplicirt, eine Kraftgrösse gibt, welche eben hinreichen würde, um in aufsteigender Richtung wirkend ihn bis zu der Höhe emporzuschnellen, von welcher er herabgefallen ist. Es ist

dies eine bekannte Thatsache und in der Regel das erste Beispiel, mit dem man das Gesetz von der Erhaltung der Kraft erläutert. Denke ich mir nun den Stein immer weiter und weiter in die Höhe geschleudert und immer weiter und weiter von der Erde entfernt, so wird dadurch nichts geändert, als dass er in den entlegeneren Theilen seiner Bahn seine Geschwindigkeit langsamer verbraucht und langsamer wieder erlangt, als in den näheren, das Endresultat ist immer dasselbe, es dauert nur längere Zeit ehe es eintritt. Betrachten wir den Stein in dem Momente, indem seine Geschwindigkeit Null wird und indem er sich also in der grössten Entfernung von der Erde befindet. Hat in diesem Momente die bewegende Kraft, das heisst die Ursache für Bewegung, in dem von ihm und der Erde gebildeten Systeme abgenommen? Keineswegs. Es ist wahr, dass der Stein jetzt durch eine von aussen her einwirkende Kraft leichter von der Erde entfernt werden kann und dass er anfangs mit weniger Beschleunigung fällt als es der Fall sein würde, wenn er von einem der Erde näheren Punkte ausginge, aber nichts desto weniger ist in ihm ein Schatz von Bewegungsursache, von Kraft, angehäuft, vermöge dessen er schliesslich eine um so grössere Endgeschwindigkeit erlangt, je weiter er von der Erde entfernt war.

Die Namen: „Lebendige Kraft", „Spannkraft" und „beschleunigende Kraft" sind nach den Regeln der gewöhnlichen naturwissenschaftlichen Nomenclatur geeignet uns glauben zu machen, dies seien drei verschiedene Arten eines und desselben Dinges, aber wir dürfen uns dieser Täuschung nicht hingeben, wir müssen stets vor Augen haben, dass alle drei gänzlich verschiedene Dinge sind. L e b e n d i g e K r a f t nennen wir die Summe der vorhandenen Bewegung selbst. Wir bezeichnen sie als Kraft, als Bewegungsursache, weil sie nicht nur nach dem Gesetze der Trägheit in den Körpern fortwirkt, sondern weil sie auch auf andere Körper übertragen wird, weil man ruhende Körper durch bewegte in Bewegung setzen kann.

S p a n n k r a f t nennen wir die noch disponible Bewegungsursache, die nicht selbst Bewegung ist, ganz abgesehen von der Zeit, in der sie Bewegung erzeugt oder erzeugen kann. B e s c h l e u n i g e n d e K r a f t nennen wir den Zuwachs an Geschwindigkeit, den eine Masse in einem bestimmten unendlich kleinen Zeittheilchen erhält oder erhalten könnte, dividirt durch die Länge eben jenes unendlich kleinen Zeittheilchens. Die beschleunigende Kraft in einem

Systeme ist also in jedem Momente abhängig, einerseits von den Massen, welche bewegt werden oder bewegt werden sollten und den Geschwindigkeiten, welche sie etwa bereits erlangt haben, andererseits von der Geschwindigkeit mit der Spannkraft in lebendige Kraft umgesetzt wird oder umgesetzt werden könnte. Soll die beschleunigende Kraft für jedes einzelne Molekül constant sein, so ist es nöthig, dass die Geschwindigkeit mit der durch dasselbe Spannkraft in lebendige Kraft oder umgekehrt lebendige Kraft in Spannkraft umgesetzt wird, dividirt durch das Product aus seiner Masse und Geschwindigkeit einen constanten Quotienten gebe.

Wenn man dies stets vor Augen hat, muss man sich klar darüber sein, dass die beschleunigende Kraft ab- und zunehmen kann, ohne dass dadurch der Satz, die Summe der Spannkräfte addirt zur Summe der lebendigen Kräfte gebe immer ein und dieselbe Grösse, irgend wie berührt wird.

Wir haben in dem bisherigen gesehen, dass durch Entfernung zweier Moleküle von einander nichts von der Kraft vernichtet wird, deren Unzerstörbarkeit der Satz von der Erhaltung der Kraft ausspricht. Denken wir uns einen Theil der gegen einander gravitirenden Massen vernichtet, so würde dadurch allerdings nicht nur beschleunigende Kraft, sondern auch je nach Umständen ein Theil der Spannkraft oder der lebendigen Kraft oder ein Theil von beiden vernichtet werden; aber dies kann uns in unseren bisherigen Anschauungen nur bestärken. Das Gesetz von der Unzerstörbarkeit der Materie ist so allgemein und so vollgiltig bewiesen, wie das von der Erhaltung der Kraft. Dass bei Verletzung des einen auch das andere keine Geltung mehr hat, zeigt uns nur, dass sie beide mit einander in innigem Zusammenhange stehen und zeigt uns, dass wir recht thun, die Ursache der Gravitationsbewegungen in die Massen zu verlegen und nicht in den Raum zwischen den Massen.

Wir haben also nach allem bisherigen, so weit ich nach meinem eigenen Bewusstsein, nach meinem eigenen Unterscheidungsvermögen für wahr und falsch, für gleich und ungleich urtheilen kann, die bekannten Thatsachen mit unseren Denkgesetzen in vollsten Einklang gebracht, wenn wir die Kräfte als gedachte Ursachen der Erscheinungen in die Massen selbst verlegen, den Raum zwischen diesen aber von ihren Wirkungen durchdringen lassen. Wollten wir die Kräfte selbst in den Raum als solchen verlegen, so müsste es

auch denkbar sein, dass wir Materie vernichteten ohne die Kräftesumme zu verändern, und dies ist wenigstens für mich nicht denkbar.

Es bleibt aber noch ein Punkt zu erörtern übrig, der, wie ich glaube, wesentlich ist für die von Faraday angeregten Zweifel. Wir sagen: die Anziehung nimmt ab mit wachsender Entfernung, und zwar verhalten sich die anziehenden Kräfte umgekehrt wie die Quadrate der Entfernungen. In Faraday's Gedankengang ist dies so aufgefasst, als ob wir annähmen, es verändere sich hierbei wirklich die in den Massen ruhende Bewegungsursache. Ich weiss nicht, ob diese Ansicht die herrschende ist. Es ist schwer hierüber ins Klare zu kommen, denn ein Physiker kann ein Menschenalter hindurch Abhandlungen schreiben, ohne jemals seine Überzeugung rücksichtlich dieses Punktes auszusprechen. Daran aber glaube ich nicht zweifeln zu dürfen, dass Faraday Recht hat, diese Ansicht zu bekämpfen und mit Newton eine constant wirkende Ursache der Gravitation anzunehmen. Ich glaube auch zeigen zu können, dass diese Annahme Faraday's weder mit den Thatsachen selbst, noch mit der gangbaren Art, wie wir uns über dieselben verständigen, in Widerspruch steht.

Wir sagen, die anziehenden Kräfte wechseln umgekehrt mit den Quadraten der Entfernungen. Wir sagen aber auch, die Intensität des Lichtes wechselt umgekehrt mit den Quadraten der Entfernungen und sind doch weit entfernt, damit etwas über die Intensität der Lichtquelle aussagen zu wollen; wir sprechen lediglich von den Wirkungen, welche auf bestrahlte Oberflächen ausgeübt werden und wissen sehr wohl, dass die Intensität der Lichtquelle nicht im geringsten dadurch geändert wird, ob die bestrahlten Gegenstände ihr nah sind oder fern. Als man noch die Strahlen des Lichtes nicht blos für mathematische Linien, sondern für die Bahnen der Lichttheilchen hielt, sagte man: Die Lichtintensität nimmt ab umgekehrt mit den Quadraten der Entfernungen, weil die Oberflächen, auf welche eine gleiche Anzahl von Strahlen fällt, direct mit den Quadraten der Entfernungen wachsen. Jetzt, wo wir die Wirkungen des Lichtes von Wellenbewegungen herleiten, wissen wir, dass die Intensität umgekehrt mit den Quadraten der Entfernungen abnehmen muss, weil dieselbe Summe lebendiger Kraft bei der Fortpflanzung übertragen wird auf immer neue und neue Massen, welche direct mit den Quadraten der Entfernungen zunehmen. Der Wechsel der Intensität

umgekehrt mit den Quadraten der Entfernung erscheint uns jetzt als eine einfache Anwendung des Gesetzes von der Erhaltung der Kraft.

Wir denken uns nun die Anziehungskraft, welche einer Masse innewohnt, ihre Wirkungen geradlinig und nach allen Seiten hin verbreiten, wie ein Licht seine Strahlen nach allen Seiten hin aussendet, denn wie wir die Lichtwirkung wahrnehmen, wenn unsere Netzhaut oder ein von uns gesehener Körper in das Bereich der Strahlen gelangt, so nehmen wir die Wirkung der anziehenden Kräfte wahr, wenn ein Körper von irgend einer Seite her in ihr Bereich kommt. Wenn wir also sagen: Die Wirkungen der Anziehung nehmen ab umgekehrt mit den Quadraten der Entfernungen, so können wir dies keineswegs auch auf die Quelle der Attraction beziehen, wir müssen vielmehr annehmen, dass dieselbe constant sei und dass auch die Summe der Wirkungen mit der Entfernung weder ab- noch zunehme. Ein Beispiel wird dies leicht anschaulich machen. Man denke sich ein Molekül und den Raum um dasselbe erfüllt mit Molekülen, die in gleichen Abständen von einander darin zerstreut sind.

Der Einfachheit wegen mögen die letzteren alle von gleicher Masse sein und die Masse eines jeden verschwindend klein im Vergleich mit der Masse des ersten Moleküls, welches ich das Central-Molekül nennen will. Dann wird das Centralmolekül alle anderen anziehen, und zwar werden sich die Wirkungen, welche auf die einzelnen ausgeübt werden, umgekehrt verhalten wie die Quadrate der Entfernungen. Denke ich mir aber um das Centralmolekül als Mittelpunkt eine Kugelschale von bestimmter Dicke, so wird die Summe der vom Centralmolekül ausgehenden Wirkungen innerhalb dieser Kugelschale immer dieselbe sein, gleichviel wie gross die Entfernung ist, in welcher sie sich von dem Centralmolekül befindet; denn die Wirkung auf die einzelnen Moleküle nimmt umgekehrt mit den Quadraten der Entfernungen ab, aber die Anzahl der Moleküle, welche in eine solche Kugelschale fallen, nimmt direct mit dem Quadrat der Entfernung zu.

Wenn wir also sagen, die anziehenden Kräfte verhalten sich umgekehrt wie die Quadrate der Entfernungen, so wollen wir damit nichts anderes sagen, als: die Anziehungskraft, welche jeder Masse innewohnt, ist constant und breitet ihre Wirkungen in unverminderter Gesammtheit nach allen Seiten hin aus; dieselben äussern sich nur an den einzelnen Stellen um so schwächer, je grösser der Raum ist

über den sie sich ausgebreitet haben. Wir sind hierdurch noch nicht gezwungen, eine Fortpflanzung im gewöhnlichen Sinne des Wortes, das heisst einen zeitlich ausgedehnten Vorgang anzunehmen, denn das Gesetz von dem Wechsel der Dichtigkeiten (oder Intensitäten) umgekehrt mit den Quadraten der Entfernungen ist ganz unabhängig von dieser Annahme; es gilt für ein System von unendlich vielen geraden Linien, die von einem Punkte ausgehen, so gut wie für die Wellenbewegung, die sich von einem Punkte aus nach allen Seiten hin fortpflanzt.

Integration der Differentialgleichung

(1) $$(a_2+b_2x)\,y''+(a_1+b_1x)\,y'+(a_0+b_0x)\,y=o.$$

Von **Simon Spitzer.**

(Vorgetragen in der Sitzung am 22. Mai 1857.)

Obige Differentialgleichung war in letzter Zeit Gegenstand der Untersuchungen Petzval's, die derselbe in seinem Werke „Integration der linearen Differentialgleichungen mit constanten und veränderlichen Coëfficienten", von welchem gegenwärtig vier Lieferungen erschienen sind, niederlegte. Ich habe mich vor Kurzem mit der Integration derselben Gleichung beschäftigt, und bin, durch eine glückliche Anwendung der von Liouville im 13. Bande des „Journal de l'école polytechnique" bei Gelegenheit der Integration der Gleichung

$$(mx^2+nx+p)\frac{d^2y}{dx^2}+(qx+r)\frac{dy}{dx}+sy=o$$

gebrauchten Methode, zu höchst einfachen Formeln gelangt, mittelst welcher das Integrale obiger Gleichung fast augenblicklich angegeben werden kann. Es war mir alsdann ein leichtes, die Methode auf die Integration von Differenzen, Gleichungen und Differentialgleichungen höherer Ordnung mit Coëfficienten der Form $a+bx$ auszudehnen.

Bevor ich zur Integration obiger Differentialgleichung schreite, will ich, der Einfachheit der Untersuchung wegen, statt der Constanten a_2 a_1 a_0 b_2 b_1 und b_0, andere, sich unsern Rechnungen inniger anschmiegende Constante einführen, zu denen ich auf folgende Weise gelange.

Ich bilde den Bruch

$$\frac{a_2u^2+a_1u+a_0}{b_2u^2+b_1u+b_0}$$

und zerlege denselben in Partialbrüche, sei

$$\frac{a_2u^2+a_1u+a_0}{b_2u^2+b_1u+b_0}=m+\frac{A}{u-\alpha}+\frac{B}{u-\beta}$$

so sind m, A, B, α und β die neu einzuführenden Constanten. — Aus dieser Gleichung, die sich auch so schreiben lässt:

$$\frac{a_2u^2+a_1u+a_0}{b_2u^2+b_1u+b_0}=\frac{mb_2\,[u^2-(\alpha+\beta)u+\alpha\beta]+A\,b_2(u-\beta)+B\,b_2(u-\alpha)}{b_2\,[u^2-(\alpha+\beta)\,u+\alpha\beta]}$$

folgen:

$$\begin{aligned}a_2&=mb_2\\ a_1&=b_2\,[A+B-m\,(\alpha+\beta)]\\ a_0&=b_2\,[m\,\alpha\beta-A\beta-B\alpha]\\ b_1&=-b_2\,(\alpha+\beta)\\ b_0&=b_2\,\alpha\beta\end{aligned}$$

und werden diese Werthe in die vorgelegte Gleichung eingeführt, so nimmt dieselbe folgende Gestalt an:

$$(2)\quad (m+x)y''+[A+B-(\alpha+\beta)(m+x)]\,y'+[-A\beta-B\alpha+\alpha\beta(m+x)]\,y=o$$

und es handelt sich daher um die Integration dieser Gleichung.

Setzt man nun

$$y=e^{\alpha x}z$$

unter z eine neue Variable verstanden, so ist

$$\begin{aligned}y'&=e^{\alpha x}(z'+\alpha z)\\ y''&=e^{\alpha x}(z''+2\,\alpha z'+\alpha^2 z)\end{aligned}$$

und aus der Gleichung (2) geht hervor die Gleichung

$$(3)\quad (m+x)\,z''+[A+B+(\alpha-\beta)\,(m+x)\,]\,z'+A(\alpha-\beta)\,z=o$$

welche einfacher gebaut ist, als die Gleichung (2), da im letzten Coëfficienten der mit x verknüpfte Theil verschwunden ist.

Wird nun diese Gleichung einer μ fachen Differentiation unterworfen, unter μ eine, einstweilen noch unbestimmte Zahl verstanden, so erhält man:

$$(4)\quad (m+x)z^{(\mu+2)}+[\mu+A+B+(\alpha-\beta)(m+x)]z^{(\mu+1)}+(\mu+A)(\alpha-\beta)z^{(\mu)}=o$$

und diese Gleichung vereinfacht sich, wenn man

$$\mu=-A$$

setzt, man erhält nämlich hiedurch

$$(m+x)z^{(-A+2)}+[B+(\alpha-\beta)\,(m+x)]z^{(-A+1)}=o$$

Durch Trennung der Variablen kommt man zu

$$\frac{d\,z^{(-A+1)}}{z^{(-A+1)}} = -\frac{B\,d\,x}{m+x} + (\beta-\alpha)\,d\,x$$

deren Integrale ist:

$$\log z^{(-A+1)} = (\beta-\alpha)\,x - B\log(m+x)$$

woraus folgt:

$$z^{(-A+1)} = \frac{e^{(\beta-\alpha)\,x}}{(m+x)^B}$$

Man hat daher

$$z = \frac{d^{A-1}}{d\,x^{A-1}}\left[\frac{e^{(\beta-\alpha)\,x}}{(m+x)^B}\right]$$

und folglich

$$y = e^{\alpha x}\,\frac{d^{A-1}}{d\,x^{A-1}}\left[\frac{e^{(\beta-\alpha)\,x}}{(m+x)^B}\right].$$

Vertauscht man in dieser Formel A mit B und zugleich α mit β, so erhält man das zweite particuläre Integrale; das vollständige Integrale der gegebenen Differentialgleichung ist daher:

$$(5)\qquad y = C_1 e^{\alpha x}\frac{d^{A-1}}{dx^{A-1}}\left[\frac{e^{(\beta-\alpha)x}}{(m+x)^B}\right] + C_2\,e^{\beta x}\frac{d^{B-1}}{dx^{B-1}}\left[\frac{e^{(\alpha-\beta)x}}{(m+x)^A}\right]$$

Wir können, bevor wir weiter gehen, folgende Bemerkung nicht unterdrücken. Ist μ eine ganze positive Zahl, so ist die Gleichung (4), welche durch μ maliges Differenziren der Gleichung (3) hervorging, ganz tadelfrei; ist aber μ eine ganze negative Zahl, so wurde die Gleichung (3) einer $-\mu$ maligen Integration unterworfen, im zweiten Theile der Gleichung (4) sollte daher eigentlich statt Null folgender Ausdruck stehen:

$$A_1 + A_2 x + A_3 x^2 + \ldots\ldots + A_{-\mu-1}\,x^{-\mu-1}$$

ist endlich μ eine gebrochene, irrationale, oder gar imaginäre Zahl, so ist im zweiten Theil der Gleichung (4) eine Function von x zu setzen, deren $-\mu^{\text{ter}}$ Differentialquotient gleich Null ist; wir wollen diese, von Liouville in die Mathematik eingeführte, von ihm „fonction complémentaire“ genannte Function mit ψ bezeichnen, und haben somit:

$$(m+x)\,z^{(-A+2)} + [B + (\alpha-\beta)\,(m+x)]\,z^{(-A+1)} = \psi$$

woraus durch Integration und nachherige Substitution von $y = e^{\alpha x} z$

$$y=C_1 e^{\alpha x}\frac{d^{A-1}}{dx^{A-1}}\left[\frac{e^{(\beta-\alpha).x}}{(m+x)^B}\right]+e^{\alpha x}\frac{d^{A-1}}{dx^{A-1}}\left[\frac{e^{(\beta-\alpha).x}}{(m+x)^B}\int(m+x)^{B-1}e^{(\alpha-\beta)x}\psi dx\right]$$

folgt, was ebenfalls ein vollständiges Integrale der vorgelegten Gleichung ist. Es ist in vielen Fällen, namentlich in dem jetzt eben durchgeführten, einfacher $\psi=o$ anzunehmen; man erhält auf diese Weise freilich nur ein particuläres Integrale, allein das zweite lässt sich, wie wir vorhin gemacht, sehr leicht durch blosse Vertauschung der Buchstaben aufstellen. Sollte bei der wirklichen Entwickelung der Formel (5) die Anzahl der in Rechnung tretenden Constanten grösser als zwei sein, so hat man den gewonnenen Ausdruck in die vorgelegte Gleichung zu substituiren; das Resultat, das offenbar identisch sein muss, gibt dann den nothwendigen Aufschluss über den Werth der überschüssigen Constanten. Sehr oft kommt man schon bei der wirklichen Berechnung e i n e s p a r t i c u l ä r e n Integrals zum vollständigen Integrale. Einige Beispiele mögen zur Erläuterung dienen.

1. Beispiel: Es sei $A=o$, alsdann folgt aus (5)

$$y = C_1 e^{\alpha x}\int\frac{e^{(\beta-\alpha).x}}{(m+x)^B}dx + C_2 e^{\alpha x}$$

2. Beispiel: Es sei:

$$x y'' + a y' - b^2 x y = o.$$

In diesem Falle ist

$$\frac{a u}{u^2-b^2} = \frac{\frac{a}{2}}{u+b} + \frac{\frac{a}{2}}{u-b}$$

und folglich:

$$y = C_1 e^{-bx}\frac{d^{\frac{a}{2}-1}}{dx^{\frac{a}{2}-1}}\left[\frac{e^{2bx}}{x^{\frac{a}{2}}}\right] + C_2 e^{bx}\frac{d^{\frac{a}{2}-1}}{dx^{\frac{a}{2}-1}}\left[\frac{e^{-2bx}}{x^{\frac{a}{2}}}\right].$$

Ist $\frac{a}{2}$ eine ganze positive oder negative Zahl, so ist y sehr leicht entwickelbar; man hat nämlich die eingeklammerten Ausdrücke mehrmals zu differenziren, oder mehrmals zu integriren.

Man kann auch, um noch schneller zum Ziel zu gelangen, von folgender Formel Gebrauch machen:

$$\frac{d^\mu(PQ)}{dx^\mu} = P\frac{d^\mu Q}{dx^\mu} + \binom{\mu}{1}\frac{dP}{dx}\cdot\frac{d^{\mu-1}Q}{dx^{\mu-1}} + \binom{\mu}{2}\cdot\frac{d^2P}{dx^2}\cdot\frac{d^{\mu-2}Q}{dx^{\mu-2}} + \cdots$$

setzt man nämlich:

$$P = x^{-\frac{a}{2}}, \qquad Q = e^{\pm 2bx},$$

wo von den beiden Zeichen $\pm$ das obere für das erste, das untere für das zweite particuläre Integrale gibt, so erhält man:

$$y=G_1 x^{-\frac{a}{2}} e^{bx}\left\{1-\binom{\frac{a}{2}-1}{1}\cdot\frac{a}{2}\cdot\frac{1}{2bx}+\binom{\frac{a}{2}-1}{2}\frac{a}{2}\left(\frac{a}{2}+1\right)\cdot\frac{1}{4b^2x^2}-\cdots\right\}+$$

$$+G_2 x^{-\frac{a}{2}} e^{-bx}\left\{1+\binom{\frac{a}{2}-1}{1}\cdot\frac{a}{2}\cdot\frac{1}{2bx}+\binom{\frac{a}{2}-1}{2}\frac{a}{2}\left(\frac{a}{2}+1\right)\cdot\frac{1}{4b^2x^2}+\cdots\right\}$$

wo G_1 und G_2 die willkürlichen Constanten bezeichnen. Diese Reihen brechen, wie man sieht, jedesmal ab, wenn $\frac{a}{2}$ eine ganze positive oder negative Zahl ist. Hätte man z. B. $a = -2$, so bekäme man als Integrale der Gleichung

$$xy'' - 2\,y' - b^2\,x\,y = o$$

$$y = G_1\,e^{bx}\left(x-\frac{1}{b}\right)+G_2\,e^{-bx}\left(x+\frac{1}{b}\right).$$

Ist $\frac{a}{2}$ eine gebrochene oder irrationale oder gar imaginäre Zahl, so sind die für y aufgestellten Reihen divergent, denn es ist:

$$\frac{U_{n+1}}{U_n} = \pm\,\frac{(a-2n)\,(a+2n-2)}{8\,b\,n\,x}$$

und dies wächst mit dem Wachsen von n über alle Grenzen.

Ist daher $\frac{a}{2}$ keine ganze Zahl, so ist das eben in Reihenform gefundene y unbrauchbar und man muss, um eine brauchbare Reihe zu erhalten, y auf andere Art entwickeln.

Setzt man nämlich alsdann

$$P = e^{\pm 2bx} \qquad Q = x^{-\frac{a}{2}}$$

so ist:

$$(6)\quad \begin{aligned} y=C_1e^{bx}&\left\{\frac{d^{\frac{a}{2}-1}}{dx^{\frac{a}{2}-1}}\left(\frac{1}{x^{\frac{a}{2}}}\right)+2b\binom{\frac{a}{2}-1}{1}\frac{d^{\frac{a}{2}-2}}{dx^{\frac{a}{2}-2}}\left(\frac{1}{x^{\frac{a}{2}}}\right)+4b^2\binom{\frac{a}{2}-1}{2}\frac{d^{\frac{a}{2}-3}}{dx^{\frac{a}{2}-3}}\left(\frac{1}{x^{\frac{a}{2}}}\right)+\cdots\right\}+\\ +C_2e^{-bx}&\left\{\frac{d^{\frac{a}{2}-1}}{dx^{\frac{a}{2}-1}}\left(\frac{1}{x^{\frac{a}{2}}}\right)-2b\binom{\frac{a}{2}-1}{1}\frac{d^{\frac{a}{2}-2}}{dx^{\frac{a}{2}-2}}\left(\frac{1}{x^{\frac{a}{2}}}\right)+4b^2\binom{\frac{a}{2}-1}{2}\frac{d^{\frac{a}{2}-3}}{dx^{\frac{a}{2}-3}}\left(\frac{1}{x^{\frac{a}{2}}}\right)-\cdots\right\}\end{aligned}$$

und die hier aufgestellten Reihen sind für jedes a convergent, wie wir gleich zeigen wollen. Behufs des Beweises bilden wir uns:

$$\frac{U_{n+1}}{U_n} = \pm\,2b\,.\,\frac{\frac{a}{2}-n}{n}\,.\,\frac{\dfrac{d^{\frac{a}{2}-n-1}}{d\;x^{\frac{a}{2}-n-1}}\left(\dfrac{1}{x^{\frac{a}{2}}}\right)}{\dfrac{d^{\frac{a}{2}-n}}{dx^{\frac{a}{2}-n}}\left(\dfrac{1}{x^{\frac{a}{2}}}\right)}$$

und unterscheiden jetzt zwei Fälle, nämlich 1. wenn a positiv und 2. wenn a negativ ist, jeder dieser Fälle muss wieder in zwei gesondert werden, nämlich in den, wo a ganz, und in den, wo a gebrochen ist.

1. Es sei a eine ganze und positive Zahl; wir können dieselbe auch als ungerade voraussetzen, da der Fall, wo sie gerade ist, schon besprochen wurde.

Wir haben alsdann:

$$\frac{1}{x^{\frac{a}{2}}} = \frac{1}{\Gamma\left(\frac{a}{2}\right)} \int_0^\infty e^{-\omega x} \omega^{\frac{a}{2}-1} d\omega \tag{7}$$

wo $\Gamma\left(\frac{a}{2}\right)$ die Euler'sche Transcendente der zweiten Art ist, die durch folgende Formel definirt wird

$$\Gamma(\alpha) = \int_0^\infty e^{-\omega} \omega^{\alpha-1} d\omega$$

welche für alle positiven Werthe von α angebbare Werthe hat. Wird die Gleichung (7) $-\frac{a}{2}+1$ Mal differenzirt, so erhält man:

$$\frac{d^{-\frac{a}{2}+1}}{dx^{-\frac{a}{2}+1}}\left(\frac{1}{x^{\frac{a}{2}}}\right) = \frac{1}{\Gamma\left(\frac{a}{2}\right)} \int_0^\infty (-\omega)^{-\frac{a}{2}+1} e^{-\omega x} \omega^{\frac{a}{2}-1} d\omega$$

und reducirt

$$\frac{d^{-\frac{a}{2}+1}}{dx^{-\frac{a}{2}+1}}\left(\frac{1}{x^{\frac{a}{2}}}\right) = \frac{(-1)^{1-\frac{a}{2}}}{\Gamma\left(\frac{a}{2}\right)} \cdot \frac{1}{x}.$$

Integrirt man nun beiderseits, so erhält man:

$$\frac{d^{-\frac{a}{2}}}{dx^{-\frac{a}{2}}}\left(\frac{1}{x^{\frac{a}{2}}}\right) = \frac{(-1)^{1-\frac{a}{2}}}{\Gamma\left(\frac{a}{2}\right)} \log x. \tag{8}$$

Durch successive Integrationen folgen aus derselben, wenn man der Kürze halber den constanten Factor

$$\frac{(-1)^{1-\frac{a}{2}}}{\Gamma\left(\frac{a}{2}\right)} = K$$

setzt,

$$\frac{d^{-\frac{a}{2}-1}}{dx^{-\frac{a}{2}-1}}\left(\frac{1}{x^{\frac{a}{2}}}\right) = K x (\log x - 1)$$

$$\frac{d^{-\frac{a}{2}-2}}{dx^{-\frac{a}{2}-2}}\left(\frac{1}{x^{\frac{a}{2}}}\right)=K\frac{x^2}{2!}\left(log\, x-1-\frac{1}{2}\right)$$

$$\frac{d^{-\frac{a}{2}-3}}{dx^{-\frac{a}{2}-3}}\left(\frac{1}{x^{\frac{a}{2}}}\right)=K\frac{x^3}{3!}\left(log\, x-1-\frac{1}{2}-\frac{1}{3}\right)$$

$$\frac{d^{-\frac{a}{2}-(n-a)}}{dx^{-\frac{a}{2}-(n-a)}}\left(\frac{1}{x^{\frac{a}{2}}}\right)=K\frac{x^{n-a}}{(n-a)!}\left(log\, x-1-\frac{1}{2}-\frac{1}{3}-\dots-\frac{1}{n-a}\right)$$

Man hat daher

$$\frac{U_{n+1}}{U_n}=\pm 2b\cdot\frac{\frac{a}{2}-n}{n}\cdot\frac{x}{n-a+1}\cdot\frac{log\,x-1-\frac{1}{2}-\frac{1}{3}\dots-\frac{1}{n-a+1}}{log\,x-1-\frac{1}{2}-\frac{1}{3}\dots-\frac{1}{n-a}}$$

und dies nähert sich für wachsende n ohne Ende der Nulle.

2. Es sei a eine gebrochene, aber positive Zahl. Man hat alsdann

$$\frac{1}{x^{\frac{a}{2}}}=\frac{1}{\Gamma(\frac{a}{2})}\int_0^\infty e^{-\omega x}\omega^{\frac{a}{2}-1}d\,\omega$$

und wenn man beiderseits $\frac{a}{2}$ Mal differenzirt:

$$\frac{d^{\frac{a}{2}}}{dx^{\frac{a}{2}}}\left(\frac{1}{x^{\frac{a}{2}}}\right)=\frac{1}{\Gamma(\frac{a}{2})}\cdot\int_0^\infty(-\omega)^{\frac{a}{2}}e^{-\omega x}\omega^{\frac{a}{2}-1}d\,\omega$$

und dies gehörig reducirt, gibt:

$$\frac{d^{\frac{a}{2}}}{dx^{\frac{a}{2}}}\left(\frac{1}{x^{\frac{a}{2}}}\right)=\frac{(-1)^{\frac{a}{2}}\Gamma(a)}{\Gamma(\frac{a}{2})}\cdot\frac{1}{x^a}.$$

Man hat daher:

$$\frac{U_{n+1}}{U_n}=\pm 2b\,.\frac{\frac{a}{2}-n}{n}\,.\frac{\int^{(n+1)}\frac{1}{x^a}\,d\,x^{n+1}}{\int^{(n)}\frac{1}{x^a}\,d\,x^n}$$

Nun ist

$$\int^{(n)}\frac{1}{x^a}\,d\,x^n=\frac{x^{n-a}}{(1-a)(2-a)(3-a)\dots(n-a)}$$

$$\int^{(n+1)}\frac{1}{x^a}\,d\,x^{n+1}=\frac{x^{n+1-a}}{(1-a)(2-a)(3-a)\dots(n+1-a)}$$

folglich:

$$\frac{U_{n+1}}{U_n} = \pm 2b \cdot \frac{\frac{a}{2} - n}{n} \cdot \frac{x}{n+1-a}$$

was sich für wachsende n der Nulle nähert.

Nehmen wir nun an, a sei negativ; unsere Differentialgleichung ist dann

$$x y'' - a y' - b^2 x y = o$$

und ihr Integrale in entwickelter Form:

$$y = C_1 e^{bx} \left\{ \frac{d^{-\frac{a}{2}-1}}{dx^{-\frac{a}{2}-1}} \left(x^{\frac{a}{2}}\right) + 2b \binom{-\frac{a}{2}-1}{1} \frac{d^{-\frac{a}{2}-2}}{dx^{-\frac{a}{2}-2}} \left(x^{\frac{a}{2}}\right) + \right.$$

$$\left. + 4b^2 \binom{-\frac{a}{2}-1}{2} \frac{d^{-\frac{a}{2}-3}}{dx^{-\frac{a}{2}-3}} \left(x^{\frac{a}{2}}\right) + \ldots \right\} +$$

$$+ C_2 e^{-bx} \left\{ \frac{d^{-\frac{a}{2}-1}}{dx^{-\frac{a}{2}-1}} \left(x^{\frac{a}{2}}\right) - 2b \binom{-\frac{a}{2}-1}{1} \frac{d^{-\frac{a}{2}-2}}{dx^{-\frac{a}{2}-2}} \left(x^{\frac{a}{2}}\right) + \right.$$

$$\left. + 4b^2 \binom{-\frac{a}{2}-1}{2} \frac{d^{-\frac{a}{2}-3}}{dx^{-\frac{a}{2}-3}} \left(x^{\frac{a}{2}}\right) - \ldots \right\}$$

ferner ist alsdann:

$$\frac{U_{n+1}}{U_n} = \pm 2b \cdot \frac{\frac{a}{2} + n}{n} \cdot \frac{\frac{d^{-\frac{a}{2}-n-1}}{dx^{-\frac{a}{2}-n-1}} \left(x^{\frac{a}{2}}\right)}{\frac{d^{-\frac{a}{2}-n}}{dx^{-\frac{a}{2}-n}} \left(x^{\frac{a}{2}}\right)}$$

3. Ist nun a eine ganze Zahl und ungerade, so hat man, wenn man

$$a = 2m + 1$$

setzt,

$$\frac{d^{-\frac{a}{2}-n-1}}{dx^{-\frac{a}{2}-n-1}} \left(x^{\frac{a}{2}}\right) = \frac{d^{-m-n-\frac{3}{2}}}{dx^{-m-n-\frac{3}{2}}} \left(x^{m+\frac{1}{2}}\right). \tag{9}$$

Wird nun $x^{m+\frac{1}{2}}$, $m+1$ mal differenzirt, so erhält man

$$(m+1)! \binom{m+\frac{1}{2}}{m+1} \cdot \frac{1}{x^{\frac{1}{2}}}$$

Die Gleichung (9) lässt sich nun so schreiben:

$$\frac{d^{-\frac{a}{2}-n-1}}{dx^{-\frac{a}{2}-n-1}} \left(x^{\frac{a}{2}}\right) = (m+1)! \binom{m+\frac{1}{2}}{m+1} \cdot \frac{d^{-2m-n-\frac{5}{2}}}{dx^{-2m-n-\frac{5}{2}}} \left(\frac{1}{\sqrt{x}}\right)$$

und wenn man vermöge der Gleichung (8)

$$\frac{d^{-\frac{1}{2}}}{dx^{-\frac{1}{2}}}\left(\frac{1}{\sqrt{x}}\right) = \frac{\sqrt{-1}}{\Gamma\left(\frac{1}{2}\right)} \log x$$

setzt, so erhält man:

$$\frac{d^{-\frac{a}{2}-n-1}}{dx^{-\frac{a}{2}-n-1}}\left(x^{\frac{a}{2}}\right) = \frac{\sqrt{-1}}{\Gamma\left(\frac{1}{2}\right)} \left(\frac{a+1}{2}\right)! \left(\frac{\frac{a}{2}}{\frac{a+1}{2}}\right) \int^{(a+n+1)} \log x \,.\, d\, x^{a+n+1}$$

Es ist somit:

$$\frac{U_{n+1}}{U_n} = \pm 2\, b\, \frac{\frac{a}{2}+n}{n} \,.\, \frac{\int^{(a+n+1)} \log x \,.\, d\, x^{a+n+1}}{\int^{(a+n)} \log x \,.\, d\, x^{a+n}}$$

oder endlich:

$$\frac{U_{n+1}}{U_n} = \pm 2\, b \,.\, \frac{\frac{a}{2}+n}{n} \,.\, \frac{x}{a+n+1} \,.\, \frac{\log x - 1 - \frac{1}{2} - \frac{1}{3} - \frac{1}{4} - \ldots - \frac{1}{a+n+1}}{\log x - 1 - \frac{1}{2} - \frac{1}{3} - \frac{1}{4} - \ldots - \frac{1}{a+n}}$$

was sich für wachsende n der Nulle nähert.

4. Ist endlich a eine gebrochene Zahl, so kann man sie stets auf die Form

$$a = 2\, m + \frac{2\, p}{q}$$

bringen, wo m eine ganze Zahl, und $\frac{p}{q}$ ein positiver Bruch ist, der kleiner als 1 ist.

Man hat dann

$$(10) \qquad \frac{d^{-\frac{a}{2}-n-1}}{dx^{-\frac{a}{2}-n-1}}\left(x^{\frac{a}{2}}\right) = \frac{d^{\,m-n-1-\frac{p}{q}}}{dx^{-m-n-1-\frac{p}{q}}}\left(x^{m+\frac{p}{q}}\right).$$

Wird nun $x^{m+\frac{p}{q}}$ differenzirt, und zwar $m+1$ mal, so erhält man

$$(m+1)!\left(\frac{m+\frac{p}{q}}{m+1}\right)\frac{1}{x^{1-\frac{p}{q}}}$$

und die Gleichung (10) lässt sich folgendermassen schreiben:

$$\frac{d^{-\frac{a}{2}-n-1}}{dx^{-\frac{a}{2}-n-1}}\left(x^{\frac{a}{2}}\right) = (m+1)!\left(\frac{\frac{a}{2}}{m+1}\right)\frac{d^{-2m-n-2-\frac{p}{q}}}{dx^{-2m-n-2-\frac{p}{q}}}\left(\frac{1}{x^{1-\frac{p}{q}}}\right)$$

Nun ist aber vermöge der Gleichung (7)

$$\frac{1}{x^{1-\frac{p}{q}}} = \frac{1}{\Gamma\left(1-\frac{p}{q}\right)} \int_0^\infty e^{-\omega x} \omega^{-\frac{p}{q}}\, d\omega$$

folglich:

$$\frac{d^{1-\frac{p}{q}}}{dx^{1-\frac{p}{q}}} \left(\frac{1}{x^{1-\frac{p}{q}}}\right) = \frac{(-1)^{-\frac{p}{q}}}{\Gamma\left(1-\frac{p}{q}\right)} \int_0^\infty e^{-\omega x}\, \omega^{1-\frac{2p}{q}}\, d\omega.$$

Setzt man $\omega x = \alpha$, bei dieser Substitution x als constant betrachtend, so hat man:

$$\frac{d^{1-\frac{p}{q}}}{dx^{1-\frac{p}{q}}} \left(\frac{1}{x^{1-\frac{p}{q}}}\right) = \frac{(-1)^{-\frac{p}{q}}}{\Gamma\left(1-\frac{p}{q}\right)} \cdot \frac{\Gamma\left(2-\frac{2p}{q}\right)}{x^{2-\frac{2p}{q}}}$$

demnach ist:

$$\frac{d^{-\frac{a}{2}-n-1}}{dx^{-\frac{a}{2}-n-1}} \left(x^{\frac{a}{2}}\right) = C \cdot \frac{d^{-2m-n-3}}{dx^{-2m-n-3}} \left(\frac{1}{x^{2-\frac{2p}{q}}}\right)$$

unter C die Zahl:

$$(m+1)! \binom{\frac{a}{2}}{m+1} (-1)^{-\frac{p}{q}} \cdot \frac{\Gamma\left(2-\frac{2p}{q}\right)}{\Gamma\left(1-\frac{p}{q}\right)}$$

verstanden. Man hat daher:

$$\frac{U_{n+1}}{U_n} = \pm 2b \cdot \frac{\frac{a}{2}+n}{n} \cdot \frac{\int^{(2m+n+3)} \frac{1}{x^{2-\frac{2p}{q}}}\, dx^{2m+n+3}}{\int^{(2m+n+2)} \frac{1}{x^{2-\frac{2p}{q}}}\, dx^{2m+n+2}}$$

Die wirkliche Integration gibt:

$$\int^{(2m+n+3)} \frac{dx^{2m+n+3}}{x^{2-\frac{2p}{q}}} = \frac{x^{a+n+1}}{\left(-1+\frac{2p}{q}\right)\frac{2p}{q}\left(1+\frac{2p}{q}\right)\ldots\left(a+n+1\right)}$$

$$\int^{(2m+n+2)} \frac{d x^{2m+n+2}}{x^{2-\frac{2p}{q}}} = \frac{x^{a+n}}{\left(-1+\frac{2p}{q}\right)\frac{2p}{q}\left(1+\frac{2p}{q}\right)\ldots\left(a+n\right)}$$

und wenn man diese Werthe substituirt, so erhält man

$$\frac{U_{n+1}}{U_n} = \pm 2b \,.\, \frac{\frac{a}{2}+n}{n} \,.\, \frac{x}{a+n+1}$$

was wieder für wachsende Werthe von n gegen Null convergirt.

Wir haben durch dies dargethan, dass die in (6) enthaltenen unendlichen Reihen convergiren, wenn $\frac{a}{2}$ keine ganze Zahl ist. Es ist uns mithin die Integration der Gleichung:

$$x y'' + a y' - b^2 x y = o$$

sowohl durch geschlossene Formeln, als auch durch unendliche und convergente Reihen in allen Fällen gelungen. — Wir bemerken noch, dass die Gleichung (7) und die aus ihr gezogenen blos für positive Werthe von x gelten; aber für negative x ergeben sich, durch eine etwas geänderte Analyse ganz dieselben Endformeln, es genügt daher diese unsere Arbeit allen Bedingungen mathematischer Strenge [1]).

Bevor ich zur Betrachtung anderer Fälle schreite, will ich bemerken, dass in dem speciellen Falle wo A und B positiv, und ihre Summe gleich 1 ist, das Integrale der Gleichung (2)

$$(m+x)\, y'' + [A+B-(\alpha+\beta)\,(m+x)]\, y' + [-A\beta - B\alpha + \alpha\beta\,(m+x)]\, y = o$$

sich auch so darstellen lasse:

$$(11) \quad y = C_1 \int_\alpha^\beta e^{u(m+x)}\,(u-\alpha)^{A-1}\,(u-\beta)^{B-1}\,du +$$

$$+ C_2 \int_\alpha^\beta e^{u(m+x)}(u-\alpha)^{A-1}\,(u-\beta)^{B-1}\, log\,[(m+x)\,(u-\alpha)\,(u-\beta)]\,du.$$

Ich habe vor Kurzem ein hierüber bezügliches Memoire Herrn Borchard zum Abdrucke in Crelle's Journal für Mathematik mitgetheilt, und erlaube mir hier, durch unmittelbare Substitution die Richtigkeit dieses Integrales darzuthun.

---

[1]) Man sehe auch hierüber im 9. Band von Liouville's Journal: *„Memoire sur l'intégration d'une équation différentielle par J. A. Serret."*

Aus (11) folgt:

$$y' = C_1 \int_\alpha^\beta u\, e^{u(m+x)} (u-\alpha)^{A-1} (u-\beta)^{B-1}\, du +$$

$$+ \frac{C_2}{m+x} \int_\alpha^\beta e^{u(m+x)} (u-\alpha)^{A-1} (u-\beta)^{B-1}\, du +$$

$$+ C_2 \int_\alpha^\beta u\, e^{u(m+x)} (u-\alpha)^{A-1} (u-\beta)^{B-1} \log\left[(m+x)(u-\alpha)(u-\beta)\right] du$$

$$y'' = C_1 \int_\alpha^\beta u^2 e^{u(m+x)} (u-\alpha)^{A-1} (u-\beta)^{B-1}\, du -$$

$$- \frac{C_2}{(m+x)^2} \int_\alpha^\beta e^{u(m+x)} (u-\alpha)^{A-1} (u-\beta)^{B-1}\, du +$$

$$+ \frac{2C_2}{m+x} \int_\alpha^\beta u e^{u(m+x)} (u-\alpha)^{A-1} (u-\beta)^{B-1}\, du +$$

$$+ C_2 \int_\alpha^\beta u^2 e^{u(m+x)} (u-\alpha)^{A-1} (u-\beta)^{B-1} \log\left[(m+x)(u-\alpha)(u-\beta)\right] du$$

und werden diese Werthe in (2) eingeführt, so erhält man nach Weglassung zweier sich aufhebender Ausdrücke:

$$C_1 \int_\alpha^\beta e^{u(m+x)} (u-\alpha)^{A-1} (u-\beta)^{B-1} \Big\{u - (A\beta + B\alpha) + \\ + (m+x)\left[u^2 - u(\alpha+\beta) + \alpha\beta\right]\Big\}\, du +$$

$$(12) + C_2 \int_\alpha^\beta e^{u(m+x)} (u-\alpha)^{A-1} (u-\beta)^{B-1} \log\left[(m+x)(u-\alpha)\,.\right. \\ \left. .\,(u-\beta)\right] \Big\{u - (A\beta + B\alpha) + (m+x)\,. \\ .\,\left[u^2 - u(\alpha+\beta) + \alpha\beta\right]\Big\}\, du +$$

$$+ C_2 \int_\alpha^\beta e^{u(m+x)} (u-\alpha)^{A-1} (u-\beta)^{B-1} (u-\alpha+u-\beta)\, du.$$

Setzt man statt:

$$u^2 - u(\alpha+\beta) + \alpha\beta$$

seinen Werth

$$(u-\alpha)(u-\beta)$$

so hat man, durch Anwendung der Methode des theilweisen Integrirens

$$C_1 \int_\alpha^\beta e^{u(m+x)} (u-\alpha)^A (u-\beta)^B (m+x)\, du =$$

$$- C_1 \int_\alpha^\beta e^{u(m+x)} (u-\alpha)^{A-1} (u-\beta)^{B-1} [u - B\alpha - A\beta]\, du$$

$$C_2 \int_\alpha^\beta e^{u(m+x)} (u-\alpha)^A (u-\beta)^B (m+x) \log [(m+x) \cdot$$

$$\cdot (u-\alpha)(u-\beta)]\, du =$$

$$- C_2 \int_\alpha^\beta e^{u(m+x)} (u-\alpha)^{A-1} (u-\beta)^{B-1} \log [(m+x)(u-\alpha) \cdot$$

$$\cdot (u-\beta)] (u - B\alpha - A\beta)\, du$$

$$- C_2 \int_\alpha^\beta e^{u(m+x)} (u-\alpha)^{A-1} (u-\beta)^{B-1} (u-\alpha+u-\beta)\, du$$

und dies in (12) substituirt, führt zum Resultate Null, woraus dann folgt, dass (11) wirklich das Integrale der Gleichung (2) ist.

Wir haben bisher vorausgesetzt dass sich der Bruch

$$\frac{a_2 u^2 + a_1 u + a_0}{b_2 u^2 + b_1 u + b_0}$$

dessen Zähler und Nenner wir kurz mit U_0 und U_1 bezeichnen wollen, eine Zerlegung auf folgende Weise gestatte:

$$\frac{U_0}{U_1} = m + \frac{A}{u-\alpha} + \frac{B}{u-\beta}$$

wir haben daher jetzt jene Fälle zu discutiren, wo eine solche Zerlegung nicht angeht. Diese Fälle sind:

1. Wenn $b_2 u^2 + b_1 u + b_0 = o$ zwei gleiche Wurzeln hat;

2. wenn der Nenner durch Nullwerden des b_2 die Form $b_1 u + b_0$ hat, endlich

3. wenn b_2 und b_1 gleich Null sind, somit U_1 eine reine Constante wird.

Im ersten Falle gestattet der Bruch folgende Zerlegung in Partialbrüche:

$$(13) \qquad \frac{a_2 u^2 + a_1 u + a_0}{b_2 u^2 + b_1 u + b_0} = m + \frac{A}{(u-\alpha)^2} + \frac{B}{u-\alpha}$$

und jetzt wollen wir, analog dem frühern, in die Gleichung (1) statt den Constanten $a_2\ a_1\ a_0\ b_2\ b_1$ und b_0 die Constanten $m\ A\ B$ und α einführen.

Die Gleichung (13) gibt entwickelt:

$$\frac{a_2 u^2 + a_1 u + a_0}{b_2 u^2 + b_1 u + b_0} = \frac{mb_2 (u^2 - 2\alpha u + \alpha^2) + Ab_2 + Bb_2 (u-\alpha)}{b_2 (u^2 - 2\alpha u + \alpha^2)}$$

und hieraus folgen:

$$\begin{aligned} a_2 &= mb_2 \\ a_1 &= b_2 (B - 2\alpha m) \\ a_0 &= b_2 (m\alpha^2 - B\alpha + A) \\ b_1 &= -2\alpha b_2 \\ b_0 &= \alpha^2 b_2 \end{aligned}$$

Die Gleichung (1) nimmt durch Substitution dieser Werthe folgende Gestalt an:

$$(m+x)y'' + [B-2\alpha(m+x)]y' + [A-B\alpha+\alpha^2(m+x)]y = o$$

Setzt man nun auch hier:

$$y = e^{\alpha x} z,$$

so erhält man

$$(m+x)z'' + Bz' + Az = o$$

welche durch Einführung einer neuen unabhängig Variablen ξ mittelst der Substitution

$$\xi^2 = m + x$$

folgende Gestalt annimmt:

$$\xi \frac{d^2 z}{d\xi^2} + (2B-1)\frac{dz}{d\xi} + 4Az\xi = o$$

eine Gleichung, mit deren Integration wir uns vorher beschäftigten. Man hat nämlich, da für dieselbe

$$\frac{U_0}{U_1} = \frac{(2B-1)u}{u^2+4A} = \frac{B-\frac{1}{2}}{u+2\sqrt{-A}} + \frac{B-\frac{1}{2}}{u-2\sqrt{-A}}$$

ist, für z folgenden Ausdruck:

$$z = C_1 e^{-2\xi\sqrt{-A}} \frac{d^{B-\frac{3}{2}}}{d\xi^{B-\frac{3}{2}}}\left[\frac{e^{4\xi\sqrt{-A}}}{\xi^{B-\frac{1}{2}}}\right] + C_2 e^{2\xi\sqrt{-A}} \frac{d^{B-\frac{3}{2}}}{d\xi^{B-\frac{3}{2}}}\left[\frac{e^{-4\xi\sqrt{-A}}}{\xi^{B-\frac{1}{2}}}\right]$$

somit ist das Integrale der vorgelegten Gleichung:

$$y = C_1 e^{\alpha x - 2\sqrt{-A(m+x)}} \frac{d^{B-\frac{3}{2}}}{d\xi^{B-\frac{3}{2}}} \left[\frac{e^{4\xi\sqrt{-A}}}{\xi^{B-\frac{1}{2}}} \right] +$$

$$+ C_2 e^{\alpha x + 2\sqrt{-A(m+x)}} \frac{d^{B-\frac{3}{2}}}{d\xi^{B-\frac{3}{2}}} \left[\frac{e^{-4\xi\sqrt{-A}}}{\xi^{B-\frac{1}{2}}} \right]$$

ein Ausdruck, in welchem nach ausgeführter Differentiation statt ξ, $\sqrt{m+x}$ zu setzen ist.

In dem speciellen Falle, wo $A = o$ ist, sind die beiden jetzt eben gefundenen particulären Integrale nicht von einander verschieden, es ist besser in diesem Falle zu der Gleichung

$$(m+x)\, z'' + Bz' = o$$

selbst zu gehen, sie gibt

$$z = C_1 + \frac{C_2}{(m+x)^{B-1}}$$

oder wenn $B=1$ ist,

$$z = C_1 + C_2 \log\,(m+x),$$

folglich ist das Integrale der Gleichung

$$(m+x)\, y'' + [B - 2\alpha(m+x)]\, y' + [-B\alpha + \alpha^2(m+x)]\, y = o$$

$$y = C_1 e^{ax} + \frac{C_2 e^{ax}}{(m+x)^{B-1}}$$

oder wenn in demselben $B = 1$ ist,

$$y = C_1 e^{ax} + C_2 e^{ax} \log\,(m+x).$$

Beispiel. Es sei

$$xy'' - y = o.$$

Man hat hier:

$$\frac{U_0}{U_1} = -\frac{1}{u^2}$$

folglich:

$$m = o,\ \alpha = o,\ B = o,\ A = -1,$$

es ist daher das Integrale obiger Gleichung:

$$y = C_1 e^{-2\sqrt{x}} \int^{(\frac{3}{2})} \sqrt{\xi}\, e^{4\xi} d\xi^{\frac{3}{2}} + C_2 e^{2\sqrt{x}} \int^{(\frac{3}{2})} \sqrt{\xi}\, e^{-4\xi}\, d\xi^{\frac{3}{2}}$$

ein Ausdruck, in welchem nach ausgeführter Integration

$$\xi = \sqrt{x}$$

zu setzen ist.

Man kann das Integrale der Gleichung $xy'' - y = o$ auch durch unendliche, äusserst convergente Reihen wiedergeben. Wir haben vor mehreren Jahren im 26. Bande von Grunert's Archiv für Mathematik das complete Integrale der Gleichung $xy^{(n)} - y = o$ entwickelt, und ersehen, aus der jüngst erschienenen 4. Lieferung von Petzval's „Integration der linearen Differenzialgleichungen" dass in neuester Zeit Petzval denselben Weg einzuschlagen, für gut findet.

Wir erhielten für die vorgelegte Gleichung:

$$y = C_1 \left\{ x + \frac{x^2}{1!2!} + \frac{x^3}{2!3!} + \frac{x^4}{3!4!} + \ldots \right\} +$$

$$+ C_2 \left\{ 1 + \left(x + \frac{x^2}{1!2!} + \frac{x^3}{2!3!} + \frac{x^4}{3!4!} + \ldots \right) \log x \right\} -$$

$$- C_2 \left\{ \frac{x^2}{1!2!}(1+\tfrac{1}{2}) + \frac{x^3}{2!3!}(1+\tfrac{2}{2}+\tfrac{1}{3}) + \frac{x^4}{3!4!}(1+\tfrac{2}{2}+\tfrac{2}{3}+\tfrac{1}{4}) + \ldots \right\}$$

was sich in geschlossener Form so schreiben lässt:

$$y = A\sqrt{x} \int_0^\pi \cos\omega \, e^{2\sqrt{x}\cos\omega} d\omega + B \int_0^\pi e^{2\sqrt{x}\cos\omega} d\omega +$$

$$+ 2B\sqrt{x} \int_0^\pi \cos\omega \, e^{2\sqrt{x}\cos\omega} \log(\sqrt{x}\sin^2\omega)\, d\omega$$

Die Entwicklung dieses geschlossenen Ausdruckes der Gleichung

$$xy'' - y = o$$

haben wir Herrn Schlömilch zum Abdrucke in seiner mathematischen Zeitschrift eingesandt.

Es ist bemerkenswerth, dass das Integrale der Gleichung

$$(m + x) z'' + B z' + A z = o$$

sich noch auf eine andere, viel einfachere Weise darstellen lässt, ich fand dasselbe durch eine glückliche Voraussetzung der Form dieses Integrales. Ich setze nämlich:

$$z = \frac{d^n}{dx^n} \left[e^{\lambda\sqrt{m+x}} \right]$$

unter n und λ constante Zahlen verstanden.

Hieraus folgen:

$$z^{(-n)} = e^{\lambda\sqrt{m+x}}$$

$$\log z^{(-n)} = \lambda\sqrt{m+x}$$

durch einmaliges Differenziren erhält man:

$$\frac{z^{(-n+1)}}{z^{(-n)}} = \frac{\lambda}{2\sqrt{m+x}}$$

und durch Quadriren und ordnen:

$$4\,(m+x)\,[z^{(-n+1)}]^2 = \lambda^2\,[z^{(-n)}]^2.$$

Wird nun diese Gleichung differenzirt, so erhält man:

$$4\,[z^{(-n+1)}]^2 + 8\,(m+x)\,z^{(-n+1)}\,z^{(-n+2)} = 2\lambda^2\,z^{(-n)}\,z^{(-n+1)}$$

welche durch $z^{(-n+1)}$ abkürzbar ist. Man hat nämlich alsdann:

$$4\,z^{(-n+1)} + 8\,(m+x)\,z^{(-n+2)} = 2\lambda^2\,z^{(-n)}$$

und wird nun diese Gleichung n Mal differenzirt, und geordnet, so erhält man:

$$(m+x)\,z'' + (n+\tfrac{1}{2})\,z' - \frac{\lambda^2}{4}\,z = o$$

welche mit der vorgelegten Gleichung zusammenfällt, wenn man

$$B = n + \tfrac{1}{2}$$

$$A = -\frac{\lambda^2}{4}$$

setzt, es ist somit das Integrale derselben:

$$z = C_1\,\frac{d^{B-\frac{1}{2}}}{dx^{B-\frac{1}{2}}}\left[e^{2\sqrt{-A(m+x)}}\right] + C_2\,\frac{d^{B-\frac{1}{2}}}{dx^{B-\frac{1}{2}}}\left[e^{-2\sqrt{-A(m+x)}}\right]$$

und folglich das Integrale von:

$$(m+x)\,y'' + [B - 2\alpha\,(m+x)]\,y' + [A - B\alpha + \alpha^2\,(m+x)]\,y = o$$

entweder *)

$$y = C_1\,e^{\alpha x}\,\frac{d^{B-\frac{1}{2}}}{dx^{B-\frac{1}{2}}}\left[e^{2\sqrt{-A(m+x)}}\right] + C_2\,e^{\alpha x}\,\frac{d^{B-\frac{1}{2}}}{dx^{B-\frac{1}{2}}}\left[e^{-2\sqrt{-A(m+x)}}\right]$$

oder falls $A = o$ ist

---

*) Das Integrale der Gleichung $xy'' - y = o$ ist nach dieser Formel:

$$y = C_1\int^{(\frac{1}{2})} e^{2\sqrt{x}}\,dx^{\frac{1}{2}} + C_2\int^{(\frac{1}{2})} e^{-2\sqrt{x}}\,dx^{\frac{1}{2}}$$

$$y = C_1\, e^{\alpha x} + \frac{C_2\, e^{\alpha x}}{(m+x)^{B-1}}$$

oder falls $A = o$, $B = 1$ ist,

$$y = C_1\, e^{\alpha x} + C_2\, e^{\alpha x} \log(m+x).$$

Anmerkung. Die Riccati'sche Gleichung $y'' - a^2 x^n y = o$ geht durch Einführung einer neuen, unabhängigen Variablen t mittelst der Gleichung $t = x^{n+2}$ über in:

$$t \frac{d^2 y}{dt^2} + \frac{n+1}{n+2} \frac{dy}{dt} - \frac{a^2}{(n+2)^2}\, y = o,$$

deren Integrale ist:

$$y = \frac{d^{\frac{n}{2n+4}}}{dt^{\frac{n}{2n+4}}} \left[C_1\, e^{\frac{2a\sqrt{t}}{n+2}} + C_2\, e^{-\frac{2a\sqrt{t}}{n+2}} \right]$$

Betrachten wir nun den Fall, wo U_1 ein Polynom des ersten Grades ist, also die vorgelegte Gleichung die Gestalt hat:

$$a_2\, y'' + (a_1 + b_1\, x)\, y' + (a_0 + b_0\, x)\, y = o.$$

Es ist alsdann:

$$\frac{U_0}{U_1} = \frac{a_2\, u^2 + a_1\, u + a_0}{b_1\, u + b_0} = mu + n + \frac{A}{u - \alpha},$$

woraus folgen

$$\begin{aligned} a_2 &= mb_1 \\ a_1 &= b_1\,(n - m\alpha) \\ a_0 &= b_1\,(A - n\alpha) \\ b_0 &= -\, b_1\, \alpha \end{aligned}$$

folglich nimmt die zu integrirende Gleichung die Gestalt an:

$$my'' + (-m\alpha + n + x)\, y' + [\, A - \alpha\,(n+x)\,]\, y = o.$$

Setzt man

$$y = e^{\alpha x}\, z,$$

so erhält man

$$mz'' + (m\alpha + n + x)\, z' + Az = o.$$

Wird diese Gleichung $-A$ Mal differenzirt, so erhält man

$$mz^{(2-A)} + (m\alpha + n + x)\, z^{(1-A)} = o.$$

trennt man hier die Variablen, so ist

$$\frac{dz^{(1-A)}}{z^{(1-A)}} = -\frac{m\alpha + n + x}{m}\,dx$$

und durch Integration:

$$\log z^{(1-A)} = -\frac{m\alpha + n}{m}\,x - \frac{x^2}{2m}.$$

Man hat daher

$$z^{(1-A)} = e^{-\frac{m\alpha+n}{m}x - \frac{x^2}{2m}}$$

und

$$z = \frac{d^{A-1}}{dx^{A-1}}\left[e^{-\frac{m\alpha+n}{m}x - \frac{x^2}{2m}}\right]$$

folglich

$$y = e^{\alpha x}\frac{d^{A-1}}{dx^{A-1}}\left[e^{-\frac{m\alpha+n}{m}x - \frac{x^2}{2m}}\right].$$

Dies ist freilich nur ein particuläres Integrale, aber es lässt sich leicht auch ein zweites particuläres Integrale bestimmen, die Summe beider gibt dann das complete.

Ich setze das zweite Integrale in folgender Form voraus:

$$y = e^{m_1 x + m_2 x^2}\frac{d^{A_1}}{dx^{A_1}}\left[e^{n_1 x + n_2 x^2}\right]$$

hieraus folgt, wenn man

$$y = e^{m_1 x + m_2 x^2}\, z$$

setzt,

$$z = \frac{d^{A_1}}{dx^{A_1}}\left[e^{n_1 x + n_2 x^2}\right]$$

und hieraus

$$z^{(-A_1)} = e^{n_1 x + n_2 x^2}$$

$$\log z^{(-A_1)} = n_1 x + n_2\, x^2.$$

Durch ein einmaliges Differenziren derselben und Fortschaffen der Brüche erhält man

$$z^{(1-A_1)} = (n_1 + 2\, n_2\, x)\, z^{(-A_1)}$$

und durch ein ferneres $A_1 + 1$ maliges Differenziren:

$$z'' - (n_1 + 2\, n_2\, x)\, z' - 2\, n_2\, (A_1 + 1)\, z = o$$

Setzt man hierein für z seinen Werth

$$z = y e^{-m_1 x - m_2 x^2}$$

und für

$$z' = e^{-m_1 x - m_2 x^2} [y' - (m_1 x + 2 m_2 x) y]$$

$$z'' = e^{-m_1 x - m_2 x^2} [y'' - 2(m_1 + 2 m_2 x) y' + (m_1^2 - 2 m_2 + 4 m_1 m_2 x + + 4 m_2^2 x^2) y]$$

so erhält man:

$$y'' - \left\{2m_1 + n_1 + 2x(2m_2 + n_2)\right\} y' + \left\{m_1^2 - 2m_2 + m_1 n_1 - - 2n_2(A_1 + 1) + 2x(2m_1 m_2 + m_1 n_2 + m_2 n_1) + 4m_2 x^2 (m_2 + n_2)\right\} y = o$$

welche mit der Gleichung

$$my'' + (-m\alpha + n + x) y' + [A - \alpha(n + x)] y = o$$

äquiparirt, zu folgenden Gleichungen führt:

$$-\alpha + \frac{n}{m} = -2m_1 - n_1$$

$$\frac{1}{m} = -4m_2 - 2n_2$$

$$\frac{A - \alpha n}{m} = m_1^2 - 2m_2 + m_1 n_1 - 2n_2 (A_1 + 1)$$

$$-\frac{\alpha}{m} = 4m_1 m_2 + 2m_1 n_2 + 2m_2 n_1$$

$$o = m_2 + n_2$$

woraus

$$m_1 = -\frac{n}{m}$$

$$m_2 = -\frac{1}{2m}$$

$$A_1 = -A$$

$$n_1 = \frac{m\alpha + n}{m}$$

$$n_2 = \frac{1}{2m}$$

hervorgehen. Es ist somit das zweite particuläre Integrale obiger Gleichung

$$y = e^{-\frac{n}{m}x - \frac{x^2}{2m}} \frac{d^{-A}}{dx^{-A}} \left[e^{\frac{m\alpha+n}{m}x + \frac{x^2}{2m}} \right]$$

und folglich ist das vollständige Integrale obiger Gleichung:

$$y = C_1 e^{\alpha x} \frac{d^{A-1}}{dx^{A-1}} \left[e^{-\frac{m\alpha+n}{m}x - \frac{x^2}{2m}} \right] + C_2 e^{-\frac{n}{m}x - \frac{x^2}{2m}} \frac{d^{-A}}{dx^{-A}} \left[e^{\frac{m\alpha+n}{m}x + \frac{x^2}{2m}} \right]$$

Beispiel: Es sei

$$y'' - b_1 xy' + y\left(-\frac{b_0^2}{b_1^2} + b_0 x\right) = o,$$

hier ist

$$\frac{U_0}{U_1} = \frac{u^2 - \frac{b_0^2}{b_1^2}}{-b_1 u + b_0} = -\frac{u}{b_1} - \frac{b_0}{b_1^2}$$

daher hat man:

$$m = -\frac{1}{b_1}, \; n = -\frac{b_0}{b_1^2}, \; \mathrm{A} = o, \; \alpha = \frac{b_0}{b_1}$$

und folglich ist:

$$y = C_1 e^{\frac{b_0 x}{b_1} x} \int e^{-\frac{2b_0}{b_1} x + \frac{b_1 x^2}{2}} dx + C_2 e^{\frac{b_0 x}{b_1} x}$$

das vollständige Integrale obiger Differentialgleichung.

Betrachten wir endlich die Gleichung

$$a_2 y'' + a_1 y' + (a_0 + x) y = o$$

welche dem letzten Ausnahmsfalle entspricht, hier führt der Laplace'sche Weg, welchen auch Petzval adoptirte, zum Integrale. Setzen wir nämlich

$$y = \int_{u_1}^{u_2} e^{ux} V du$$

unter V eine, einstweilen noch unbestimmte Function von u und unter u_1 und u_2 constante Zahlen verstanden, so haben wir

$$y' = \int_{u_1}^{u_2} u e^{ux} V du, \qquad y'' = \int_{u_1}^{u_2} u^2 e^{ux} V du$$

und diese Werthe substituirt, geben:

$$\int_{u_1}^{u_2} [a_2 u^2 + a_1 u + a_0 + x] e^{ux} V du = o.$$

Da nun

$$\int_{u_1}^{u_2} x e^{ux} V du = \{e^{ux} V\}_{u_1}^{u_2} - \int_{u_1}^{u_2} e^{ux} \frac{dV}{du} du$$

ist, so erhält man:

$$\{e^{ux} V\}_{u_1}^{u_2} + \int_{u_1}^{u_2} \left[(a_2 u^2 + a_1 u + a_0) V - \frac{dV}{du}\right] e^{ux} du = o$$

was identisch wird, wenn man V so wählt, auf dass

$$(a_2 u^2 + a_1 u + a_0) V - \frac{dV}{du} = o$$

wird, und u_1 und u_2 so, dass

$$e^{ux} V = o$$

ist. Hieraus findet man:

$$V = e^{\frac{a_2}{3} u^3 + \frac{a_1}{2} u^2 + a_0 u}$$

und als Gleichung zur Bestimmung der Grenzen:

$$a_2 u^3 = -\infty.$$

Seien die Wurzeln dieser Gleichung

$$\mu_1 \infty, \mu_2 \infty, \mu_3 \infty,$$

so erhält man, wie man leicht einsieht, für y folgenden Werth:

$$y = C_1 \int_o^{\mu_1 \infty} e^{\frac{a_2}{3} u^3 + \frac{a_1}{2} u^2 + (a_0 + x) u} du +$$

$$+ C_2 \int_o^{\mu_2 \infty} e^{\frac{a_2}{3} u^3 + \frac{a_1}{2} u^2 + (a_0 + x) u} du +$$

$$+ C_3 \int_o^{\mu_3 \infty} e^{\frac{a_2}{3} u^3 + \frac{a_1}{2} u^2 + (a_0 + x) u} du$$

unter C_1, C_2, C_3 willkürliche Constanten verstanden, deren Summe gleich Null ist.

Und nun haben wir die Gleichung (1) in allen Fällen integrirt, und wenden uns jetzt zur

Integration der Differenzengleichung

$$(a_2 + b_2 x)\frac{\Delta^2 y}{\Delta x^2} + (a_1 + b_1 x)\frac{\Delta y}{\Delta x} + (a_0 + b_0 x)\, y = o,$$

die in mehreren Fällen eine ganz analoge Behandlung, wie die Integration der Differentialgleichung (1) gestattet, nur sind die Formeln viel verwickelter, und die zu betretenden Wege fast ganz ungebahnt.

Setzen wir erst obige Gleichung in folgender Form voraus:

$$(14) \qquad (m + x)\,\Delta^2 y + [A + B - (\alpha + \beta)(m + x)]\, h\, \Delta y + \\ + [-A\beta - B\alpha + \alpha\beta\,(m+x)]\, h^2 y = o$$

wo der Kürze halber $\Delta x = h$ gesetzt wurde, und substituiren in dieselbe

$$y = e^{ux} z$$

somit

$$\Delta y = e^{ux}\,[z\,(e^{uh} - 1) + e^{uh}\,\Delta z]$$

$$\Delta^2 y = e^{ux}\,[z\,(e^{uh} - 1)^2 + 2\,\Delta z\, e^{uh}(e^{uh} - 1) + \Delta^2 z\; e^{2uh}];$$

wir erhalten dadurch:

$$(15)\ (m+x)\,e^{2uh}\,\Delta^2 z + [h(A+B) + (2e^{uh} - 2 - h\alpha - h\beta)(m+x)] \\ .\ e^{uh}\,\Delta z + [(A + B)\,(e^{uh} - 1)\,h - h^2(A\beta + B\alpha) + \\ + \left\{(e^{uh} - 1)^2 - h\,(\alpha + \beta)\,(e^{uh} - 1) + h^2\alpha\beta\right\}(m + x)]z = o.$$

Wählt man nun u so, auf dass:

$$(e^{uh} - 1)^2 - h\,(\alpha+\beta)\,(e^{uh} - 1) + h^2\alpha\beta = o$$

wird, so folgt hieraus

$$e^{uh} - 1 = h\alpha \text{ und } e^{uh} - 1 = h\beta.$$

Der erste Werth gibt:

$$u = \frac{\log\,(1 + h\alpha)}{h}$$

und dies in (15) eingeführt, liefert uns folgende Gleichung:

$$(16) \qquad (m+x)\,(1+h\alpha)^2\,\Delta^2 z + h\,(1+h\alpha)\,\Delta z\,[A + B + (\alpha - \beta)\,. \\ .\,(m+x)\,] + Ah^2\,(\alpha - \beta)\,z = o$$

Man sieht hieraus, dass die Substitution

$$y = (1+h\alpha)^{\frac{x}{h}} z$$

in die Gleichung (14) gemacht, eine ähnliche Vereinfachung nach sich zieht, wie die Substitution $y=e^{\alpha x}z$ in die eben so gebaute Differentialgleichung; die neu erhaltene Gleichung ist nämlich in ihrem letzten Coëfficienten von x befreiet.

Wird die Gleichung (16) beiderseits einer μ fachen Differenzennehmung unterworfen, so erhält man

$$(1+h\alpha)^2 \left[(m+x)\, \Delta^{\mu+2} z + \mu\, h\, (\Delta^{\mu+1} z + \Delta^{\mu+2} z) \right] + h(1+h\alpha)\,.$$
$$.\left[\left\{ A+B+(\alpha-\beta)(m+x) \right\} \Delta^{\mu+1} z + \mu\, h\, (\alpha-\beta)\, (\Delta^{\mu} z +\right.$$
$$\left. + \Delta^{\mu+1} z) \right] + Ah^2 (\alpha-\beta)\, \Delta^{\mu} z = o$$

und dies gibt geordnet:

$$(1+h\alpha)^2 (m+x+h\mu) \Delta^{\mu+2} z + h\, (1+h\alpha) \left[A+B+\mu\, (1+h\alpha) + \right.$$
$$\left. + (\alpha-\beta)(m+x+h\mu) \right] \Delta^{\mu+1} z + \left[A+\mu(1+h\alpha) \right] h^2 (\alpha-\beta) \Delta^{\mu}\, z = o$$

Wir wählen nun μ dermassen, auf dass

$$A + \mu\,(1+h\alpha) = o$$

wird, und erhalten dadurch

$$(1+h\alpha)(m+x+h\mu)\Delta^{\mu+2}z + [B+(\alpha-\beta)(m+x+h\mu)\; h\Delta^{\mu+1}z = o.$$

Aus ihr folgt:

$$\frac{\Delta^{\mu+2} z}{\Delta^{\mu+1} z} = \frac{-B+(\beta-\alpha)\,(m+x+h\mu)h}{(1+h\alpha)\,(m+x+h\mu)}$$

und aus dieser wieder

$$\frac{\Delta^{\mu+2}z+\Delta^{\mu+1}z}{\Delta^{\mu+1} z} = \frac{-B+(1+\beta h)\,(m+x+h\,\mu)}{(1+h\alpha)\,(m+x+h\,\mu)}$$

Nimmt man beiderseits die Logarithmen, so erhält man:

$$log\, \frac{\Delta^{\mu+2} z+\Delta^{\mu+1} z}{\Delta^{\mu+1} z} = \Delta\; log\; \Delta^{\mu+1} z = log \frac{-B+(1+h\beta)(m+x+h\,\mu)}{(1+h\alpha)\,(m+x+h\,\mu)}$$

hieraus folgt:

$$log\; \Delta^{\mu+1} z = \Sigma\; log\; \frac{-B+(1+h\beta)(m+x+h\mu)}{(1+h\alpha)\,(m+x+h\,\mu)}$$

und hieraus

$$\Delta^{\mu+1} z = e^{\Sigma \log \frac{-B+(1+h\beta)(m+x+h\mu)}{(1+h\alpha)(m+x+h\mu)}}$$

Man hat daher:

$$z = \Delta^{-\mu-1} e^{\Sigma \log \frac{-B+(1+h\beta)(m+x+h\mu)}{(1+h\alpha)(m+x+h\mu)}}$$

und endlich, wenn man

$$y=(1+h\alpha)^{\frac{x}{h}} z$$

und

$$\mu = -\frac{A}{1+h\alpha}$$

setzt,

$$y=(1+h\alpha)^{\frac{x}{h}} \Delta^{\frac{A-1-h\alpha}{1+h\alpha}} e^{\Sigma \log \frac{-Bh(1+h\alpha)-Ah(1+h\beta)+(m+x)(1+h\alpha)(1+h\beta}{(1+h\alpha)[(m+x)(1+h\alpha)-Ah]}}$$

Verwechselt man in dieser Formel A mit B und zugleich α mit β, so gewinnt man das zweite particuläre Integrale. Das vollständige Integrale ist daher:

$$y=C_1(1+\alpha h)^{\frac{x}{h}} \cdot \frac{\Delta^{\frac{A-1-h\alpha}{1+h\alpha}}}{h^{\frac{A-1-h\alpha}{1+h\alpha}}} e^{\Sigma \log \frac{(1+h\alpha)(1+h\beta)(m+x)-Ah(1+h\beta)-Bh(1+h\alpha)}{(1+h\alpha)[(m+x)(1+h\alpha)-Ah]}} +$$

$$+ C_2(1+\beta h)^{\frac{x}{h}} \cdot \frac{\Delta^{\frac{B-1-h\beta}{1+h\beta}}}{h^{\frac{B-1-h\beta}{1+h\beta}}} e^{\Sigma \log \frac{(1+h\alpha)(1+h\beta)(m+x)-hA(1+h\beta)-Bh(1+h\alpha)}{(1+h\beta)[(m+x)(1+h\beta)-Bh]}}$$

unter C_1 und C_2 willkürliche Constanten oder solche Functionen von x verstanden, die beim Wachsen von x um h ungeändert bleiben.

Ist $1+h\alpha$ oder $1+h\beta$ gleich Null, so wird eins der beiden hier angeführten particulären Integrale unbrauchbar, das andere hingegen vereinfacht, so ist namentlich, wenn $1+h\alpha=o$ ist,

$$y = C(1+h\beta)^{\frac{x}{h}} \Delta^{\frac{B-1-h\beta}{1+h\beta}} e^{\Sigma \log \frac{hA}{Bh-(m+x)(1+h\beta)}}$$

Ein anderer, ebenfalls erwähnenswerther Fall, wo die Integrale der Differenzen-Gleichungen in einfacherer Gestalt auftreten, ist der wo A oder B gleich Null ist, so hat man für A gleich Null folgendes:

$$y = C_1 h(1+\alpha h)^{\frac{x}{h}} \Sigma e^{\Sigma \log \frac{(1+h\beta)(m+x)-hB}{(1+h\alpha)(m+x)}} +$$

$$+ C_2(1+\beta h)^{\frac{x}{h}} \frac{\Delta^{\frac{B-1-h\beta}{1+h\beta}}}{h^{\frac{B-1-h\beta}{1+h\beta}}} e^{\Sigma \log \frac{1+h\alpha}{1+h\beta}}$$

Nun ist

$$e^{\Sigma \log \frac{1+h\alpha}{1+h\beta}} = e^{\frac{x}{h} \log \frac{1+h\alpha}{1+h\beta}}$$

und

$$\Delta^{\frac{B-1-h\beta}{1+h\beta}} e^{\Sigma \log \frac{1+h\alpha}{1+h\beta}} = \left(e^{\log \frac{1+h\alpha}{1+h\beta}} - 1\right)^{\frac{B-1-h\beta}{1+h\beta}} \left(\frac{1+h\alpha}{1+h\beta}\right)^{\frac{x}{h}}$$

somit

$$y = C_1 h \left(1+\alpha h\right)^{\frac{x}{h}} \Sigma e^{\Sigma \log \frac{(1+h\beta)(m+x)-Bn}{(1+h\alpha)(m+x)}} + C_2' \left(1+h\alpha\right)^{\frac{x}{h}}$$

wo der Kürze halber statt:

$$C_2 \left(\frac{\alpha-\beta}{1+h\beta}\right)^{\frac{B-1-h\beta}{1+h\beta}}$$

der eine Buchstabe C_2' gesetzt wurde, und der eben so wie C_2 eine willkürliche Constante repräsentirt.

Nachdem wir hiemit die Integration der Gleichung (14) beendigt haben, wenden wir uns zu folgender Differenzen-Gleichung:

$$m\Delta^2 y + (-m\alpha + n + x) h \Delta y + (A - n\alpha - \alpha x) h^2 y = o.$$

Wir substituiren in dieselbe:

$$y = e^{ux} z$$

und erhalten hiedurch:

$$me^{2uh}\Delta^2 z + [2m(e^{uh}-1) + h(-m\alpha+n+x)] e^{uh}\Delta z + [m(e^{uh}-1)^2 +$$
$$+ h(n+x-m\alpha)(e^{uh}-1) + h^2(A-n\alpha-\alpha x)] z = o.$$

Setzt man nun:

$$e^{uh} = 1 + \alpha h$$

d. h. setzt man:

$$u = \frac{\log(1+\alpha h)}{h}$$

so erhält man:

$$m\Delta^2 z (1+\alpha h)^2 + h(1+\alpha h)(m\alpha+n+x)\Delta z + h^2 A z = o$$

und nimmt man eine μ fache Differenzirung vor, so erhält man:

$$m(1+\alpha h)^2 \Delta^{\mu+2} z + h(1+\alpha h)(m\alpha + n + x + \mu h) \Delta^{\mu+1} z +$$
$$+ h^2 [\mu(1+\alpha h) + A] \Delta^\mu z = o.$$

Diese Gleichung vereinfacht sich für

$$\mu(1+\alpha h) + A = o$$

sie geht nämlich hiedurch über in:

$$m(1+\alpha h)\,\Delta^{\mu+2} z + h(m\alpha + n + x + \mu h)\,\Delta^{\mu+1} z = o.$$

Aus dieser folgen successive:

$$\frac{\Delta^{\mu+2} z + \Delta^{\mu+1} z}{\Delta^{\mu+1} z} = \frac{m - h(n+x+\mu h)}{m(1+\alpha h)}$$

$$log\frac{\Delta^{\mu+2} z + \Delta^{\mu+1} z}{\Delta^{\mu+1} z} = \Delta\,log\,\Delta^{\mu+1} z = log\,\frac{m - h(n+\mu h+x)}{m(1+\alpha h)}$$

$$log\,\Delta^{\mu+1} z = \Sigma\,log\frac{m - h(n+\mu h + x)}{m(1+\alpha h)}$$

$$z = \Delta^{-\mu-1}\,e^{\Sigma\,log\frac{m-h(n+\mu h+x)}{m(1+\alpha h)}}$$

und setzt man endlich:

$$y = (1+\alpha h)^{\frac{x}{h}} z$$

und

$$\mu = -\frac{A}{1+\alpha h},$$

so folgt:

$$y = C(1+\alpha h)^{\frac{x}{h}} \cdot \frac{\Delta^{\frac{A-1-\alpha h}{1+\alpha h}}}{h^{\frac{A-1-\alpha h}{1+\alpha h}}}\, e^{\Sigma\,log\frac{(m-hn-hx)(1+\alpha h)+Ah^2}{m(1+\alpha h)^2}}$$

unter C wieder eine willkürliche Function von x verstanden, die beim Wachsen von x um h ungeändert bleibt. Ich bemerke noch dass die hier gefundenen Integrale der Differenzen-Gleichungen sich augenblicklich in die vorhin gefundenen Integrale der Differenzialgleichungen verwandeln, wenn man h gegen Null convergiren lässt.

Integration der Differentialgleichung.

$$(a_3+b_3 x)y''' + (a_2+b_2 x)y'' + (a_1+b_1 x)y' + (a_0+b_0 x)y = o.$$

Die Integration dieser Gleichung lässt sich eben so einfach durchführen, wie die Integration einer Gleichung zweiter Ordnung. Wir bilden uns nämlich den Bruch

$$\frac{a_3\,u^3 + a_2\,u^2 + a_1\,u + a_0}{b_3\,u^3 + b_2\,u^2 + b_1\,u + b_0}$$

dessen Zähler und Nenner wir kurz mit U_0 und U_1 bezeichnen, und zerlegen denselben in Partialbrüche; gesetzt den Fall, es sei

$$(17) \quad \frac{a_3 u^3 + a_2 u^2 + a_1 u + a_0}{b_3 u^3 + b_2 u^2 + b_1 b + b_0} = m + \frac{A}{u-\alpha} + \frac{B}{u-\beta} + \frac{C}{u-\gamma}$$

so führen wir in die gegebene Gleichung statt den Constanten a_3 a_2 a_1 a_0 b_3 b_2 b_1 und b_0 neue Constanten ein, nämlich m $A, B, C, \alpha, \beta, \gamma$ mittelst folgenden aus der Gleichung (17) hervorgehenden Relationen:

$$a_3 = mb_3$$
$$a_2 = b_3 [A+B+C-m(\alpha+\beta+\gamma)]$$
$$a_1 = b_3 [m(\alpha\beta+\alpha\gamma+\beta\gamma)-A(\beta+\gamma)-B(\alpha+\gamma)-C(\alpha+\beta)]$$
$$a_0 = b_3 [A\beta\gamma+B\alpha\gamma+C\alpha\beta-—m\alpha\beta\gamma]$$
$$b_2 = -b_3(\alpha+\beta+\gamma)$$
$$b_1 = b_3(\alpha\beta+\alpha\gamma+\beta\gamma)$$
$$b_0 = -b_3\,\alpha\beta\gamma$$

Die nach Einführung dieser Werthe hervorgehende Gleichung ist:

$$(18) \quad (m+x)y''' + [A+B+C-(\alpha+\beta+\gamma)(m+x)]y'' + \\ +[-A(\beta+\gamma)-B(\alpha+\gamma)-C(\alpha+\beta)+(\alpha\beta+\alpha\gamma+\beta\gamma)\,. \\ .\,(m+x)]y' + [A\beta\gamma+B\alpha\gamma+C\alpha\beta-\alpha\beta\gamma(m+x)]\,y = o$$

durch die Substitution

$$y = e^{\alpha x} z$$

erhält man:

$$(m+x)z''' + [A+B+C+(2\alpha-\beta-\gamma)(m+x)]z'' + [2\alpha\,. \\ .\,(A+B+C)-A(\beta+\gamma)-B(\alpha+\gamma)-C(\alpha+\beta)+(\alpha^2-\alpha\beta- \\ -\alpha\gamma+\beta\gamma)(m+x)]z' + A(\alpha^2-\alpha\beta-\alpha\gamma+\beta\gamma)z = o$$

und diese Gleichung ist einfacher als die Gleichung (18), da der Coëfficient des letzten Gliedes eine Constante ist.

Wird nun diese Gleichung μ mal differenzirt, so erhält man:

$$(m+x)z^{(\mu+3)} + [\mu+A+B+C+(2\alpha-\beta-\gamma)(m+x)]z^{(\mu+2)} + \\ +[\mu(2\alpha-\beta-\gamma)+2\alpha(A+B+C)-A(\beta+\gamma)-B(\alpha+\gamma)- \\ -C(\alpha+\beta)+(\alpha^2-\alpha\beta-\alpha\gamma+\beta\gamma)(m+x)]z^{(\mu+1)} + \\ +(\mu+A)(\alpha^2-\alpha\beta-\alpha\gamma+\beta\gamma)z^{(\mu)} = o$$

und diese Gleichung vereinfacht sich für

$$\mu + A = o,$$

man erhält alsdann nämlich

$$(19) \quad (m+x)z^{(-A+3)} + [B+C+(2\alpha-\beta-\gamma)(m+x)]z^{(-A+2)} + \\ +[2\alpha(B+C)-B(\alpha+\gamma)-C(\alpha+\beta)+ \\ +(\alpha^2-\alpha\beta-\alpha\gamma-\beta\gamma)(m+x]z^{(-A+1)} = o.$$

Diese Gleichung ist bezüglich $z^{(-A+1)}$ eine Differentialgleichung zweiter Ordnung und kann mittelst der Formel (5) integrirt werden. Die daselbst vorkommenden Buchstaben ergeben sich durch die Zerlegung des folgenden Bruchs in Partialbrüche:

$$\frac{mu^2+[B+C+m(2\alpha-\beta-\gamma)]u+2\alpha(B+C)-B(\alpha+\gamma)-C(\alpha+\beta)+m(\alpha^2-\alpha\beta-\alpha\gamma+\beta\gamma)}{u^2+(2\alpha-\beta-\gamma)u+\alpha^2-\alpha\beta-\alpha\gamma+\beta\gamma}$$

und diese sind:

$$m+\frac{C}{u+\alpha-\gamma}+\frac{B}{u+\alpha-\beta}$$

das Integral der Gleichung (19) ist daher

$$z^{(-A+1)}=C_1 e^{(\gamma-\alpha)x}\frac{d^{C-1}}{dx^{C-1}}\left[\frac{e^{(\beta-\gamma)x}}{(m+x)^B}\right]+C_2 e^{(\beta-\alpha)x}\frac{d^{B-1}}{dx^{B-1}}\left[\frac{e^{(\gamma-\beta)x}}{(m+x)^C}\right]$$

woraus folgt:

$$z=C_1\frac{d^{A-1}}{dx^{A-1}}\left\{e^{(\gamma-\alpha)x}\frac{d^{C-1}}{dx^{C-1}}\left[\frac{e^{(\beta-\gamma)x}}{(m+x)^B}\right]\right\}+$$
$$+C_2\frac{d^{A-1}}{dx^{A-1}}\left\{e^{(\beta-\alpha)x}\frac{d^{B-1}}{dx^{B-1}}\left[\frac{e^{(\gamma-\beta)x}}{(m+x)^C}\right]\right\}$$

und nun ergibt sich y aus der Gleichung $y=e^{\alpha x}z$, es ist daher ein particuläres Integral:

$$y=e^{\alpha x}\frac{d^{A-1}}{dx^{A-1}}\left\{e^{(\beta-\alpha)x}\frac{d^{B-1}}{dx^{B-1}}\left[\frac{e^{(\gamma-\beta)x}}{(m+x)^C}\right]\right\}$$

und durch Vertauschung der Buchstaben α, β, γ sowohl als auch A, B, C nach einem einfachen Permutationsgesetze ergeben sich die andern. Es ist daher das vollständige Integrale der vorgelegten Gleichung:

$$y=C_1 e^{\alpha x}\frac{d^{A-1}}{dx^{A-1}}\left\{e^{(\beta-\alpha)x}\frac{d^{B-1}}{dx^{B-1}}\left[\frac{e^{(\gamma-\beta)x}}{(m+x)^C}\right]\right\}+$$
$$+C_2 e^{\beta x}\frac{d^{B-1}}{dx^{B-1}}\left\{e^{(\gamma-\beta)x}\frac{d^{C-1}}{dx^{C-1}}\left[\frac{e^{(\alpha-\gamma)x}}{(m+x)^A}\right]\right\}+$$
$$+C_3 e^{\gamma x}\frac{d^{C-1}}{dx^{C-1}}\left\{e^{(\alpha-\gamma)x}\frac{d^{A-1}}{dx^{A-1}}\left[\frac{e^{(\beta-\alpha)x}}{(m+x)^B}\right]\right\}$$

Diese Analyse ist unzulässig, wenn der $\frac{U_0}{U_1}$ genannte Bruch sich nicht auf folgende Art zerlegen lässt:

$$m+\frac{A}{u-\alpha}+\frac{B}{u-\beta}+\frac{C}{u-\gamma}$$

Die verschiedenen Formen, welche $\frac{U_0}{U_1}$ noch annehmen kann, sind:

$$1.\quad \frac{U_0}{U_1} = m + \frac{A}{(u-\alpha)^2} + \frac{B}{u-\alpha} + \frac{C}{u-\beta}$$

$$2.\quad \frac{U_0}{U_1} = m + \frac{A}{(u-\alpha)^3} + \frac{B}{(u-\alpha)^2} + \frac{C}{u-\alpha}$$

$$3.\quad \frac{U_0}{U_1} = m + nu + \frac{A}{u-\alpha} + \frac{B}{u-\beta}$$

$$4.\quad \frac{U_0}{U_1} = m + nu + \frac{A}{(u-\alpha)^2} + \frac{B}{u-\alpha}$$

$$5.\quad \frac{U_0}{U_1} = m + nu + pu^2 + \frac{A}{u-\alpha}$$

$$6.\quad \frac{U_0}{U_1} = m + nu + pu^2 + qu^3$$

und nun wollen wir versuchen, die Integration der Differentialgleichungen in diesen verschiedenen Fällen zu bewerkstelligen.

Integration derjenigen Differentialgleichung dritter Ordnung,

für welche

$$\frac{U_0}{U_1} = m + \frac{A}{(u-\alpha)^2} + \frac{B}{u-\alpha} + \frac{C}{u-\beta}$$

ist.

Aus dieser Gleichung folgt, wenn man statt U_0 und U_1 ihre Werthe setzt:

$$\begin{aligned}
a_3 &= mb_3 \\
a_2 &= b_3\,[B+C-m\,(2\alpha+\beta)] \\
a_1 &= b_3\,[m\,(\alpha^2+2\alpha\beta) + A - B\,(\alpha+\beta) - 2\alpha C] \\
a_0 &= b_3\,[-m\alpha^2\beta - A\beta + B\alpha\beta + \alpha^2 C] \\
b_2 &= -\,b_3\,(2\alpha+\beta) \\
b_1 &= b_3\,(\alpha^2+2\alpha\beta) \\
b_0 &= -\,b_3\,\alpha^2\beta
\end{aligned}$$

und folglich ist die Gestalt unserer jetzt zu integrirenden Gleichung

$$(m+x)\,y''' + [B+C-(2\alpha+\beta)\,(m+x)]\,y'' + [A-B(\alpha+\beta) - 2\alpha C + (m+x)\,(\alpha^2+2\alpha\beta)]\,y' + [\alpha^2 C + B\alpha\beta - A\beta - \alpha^2\beta\,(m+x)]\,y = o.$$

Die Substitution

$$y = e^{\beta x}\,z$$

gibt:

$$(m+x)z'''+[B+C+2(\beta-\alpha)(m+x)]z''+[A+(\beta-\alpha)\,.$$
$$.\,(B+2C)+(\beta-\alpha)^2(m+x)]z'+C(\beta-\alpha)^2 z=o$$

und ein μ faches Differenziren derselben führt auf:

$$(m+x)z^{(\mu+3)}+[\mu+B+C+2(\beta-\alpha)(m+x)]z^{(\mu+2)}+$$
$$+[2\mu(\beta-\alpha)+A+(\beta-\alpha)(B+2C)+(\beta-\alpha)^2(m+x)]z^{(\mu+1)}+$$
$$+(\mu+C)(\beta-\alpha)^2 z^{(\mu)}=o.$$

Setzen wir nun:

$$\mu+C=o,$$

so erhalten wir:

$$(20)\qquad (m+x)z^{(\mu+3)}+[B+2(\beta-\alpha)(m+x)]z^{(\mu+2)}+[A+$$
$$+B(\beta-\alpha)+(\beta-\alpha)^2(m+x)]z^{(\mu+1)}=o.$$

Diese lässt sich nun so behandeln, wie die Differentialgleichungen zweiter Ordnung, denn sie ist eigentlich eine solche, wenn $z^{(\mu+1)}$ als die abhängige Variable angesehen wird. Bilden wir daher behufs der Integration den $\frac{U_0}{U_1}$ genannten Bruch, dieser ist:

$$\frac{mu^2+[B+2m(\beta-\alpha)]u+A+B(\beta-\alpha)+m(\beta-\alpha)^2}{u^2+2u(\beta-\alpha)+(\beta-\alpha)^2}$$

und gibt in Partialbrüche zerlegt:

$$m+\frac{A}{(u+\beta-\alpha)^2}+\frac{B}{u+\beta-\alpha}$$

Das Integral der Gleichung (20) ist daher:

$$z^{(-C+1)}=C_1 e^{(\alpha-\beta)x}\frac{d^{B-\frac{1}{2}}}{dx^{B-\frac{1}{2}}}\left[e^{2\sqrt{-A(m+x)}}\right]+$$
$$+C_2 e^{(\alpha-\beta)x}\frac{d^{B-\frac{1}{2}}}{dx^{B-\frac{1}{2}}}\left[e^{-2\sqrt{-A(m+x)}}\right]$$

oder falls $A=o$ ist:

$$z^{(-C+1)}=C_1\ e^{(\alpha-\beta)x}+\frac{C_2\,e^{(\alpha-\beta)x}}{(m+x)^{B-1}}$$

oder endlich falls $A=o$, $B=1$ ist:

$$z^{(-C+1)}=C_1\,e^{(\alpha-\beta)x}+C_2\,e^{(\alpha-\beta)x}\ log\,(m+x)$$

und folglich erscheint das Integrale unserer jetzt eben in Betracht habenden Gleichung in folgenden Formen:

$$y = C_1 e^{\beta x} \frac{d^{C-1}}{dx^{C-1}} \left\{ e^{(\alpha-\beta)x} \frac{d^{B-\frac{1}{2}}}{dx^{B-\frac{1}{2}}} \left[e^{2\sqrt{-A(m+x)}} \right] \right\} +$$
$$+ C_2 e^{\beta x} \frac{d^{C-1}}{dx^{C-1}} \left\{ e^{(\alpha-\beta)x} \frac{d^{B-\frac{1}{2}}}{dx^{B-\frac{1}{2}}} \left[e^{-2\sqrt{-A(m+x)}} \right] \right\}$$

oder wenn $A = o$ ist:

$$y = C_1 e^{\alpha x} + \quad C_2 e^{\beta x} \frac{d^{C-1}}{dx^{C-1}} \left[\frac{e^{(\alpha-\beta)x}}{(m+x)^{B-1}} \right]$$

oder wenn $A = o$, $B = 1$ ist:

$$y = C_1 e^{\alpha x} + \quad C_2 e^{\beta x} \frac{d^{C-1}}{dx^{C-1}} \left[e^{(\alpha-\beta)x} \log (m+x) \right]$$

Diese hier angeführten Integrale enthalten blos zwei willkürliche Constante, und müssen daher noch durch ein drittes mit einer willkürlichen Constante versehenes particuläres Integrale completirt werden.

Integration derjenigen Differentialgleichung, für welche

$$\frac{U_0}{U_1} = m + \frac{A}{(u-\alpha)^3} + \frac{B}{(u-\alpha)^2} + \frac{C}{u-\alpha}$$

ist.

Aus dieser Gleichung folgen

$$\begin{aligned}
a_3 &= mb_3 \\
a_2 &= b_3 (-3\alpha m + C) \\
a_1 &= b_3 (3\alpha^2 m - 2\alpha C + B) \\
a_0 &= b_3 (-\alpha^3 m + \alpha^2 C - \alpha B + A) \\
b_2 &= -3\alpha b_3 \\
b_1 &= 3\alpha^2 b_3 \\
b_0 &= -\alpha_3 b_3
\end{aligned}$$

somit ist die zu integrirende Gleichung:

$$(m+x)y''' + [C - 3\alpha(m+x)]y'' + [B - 2\alpha C + 3\alpha^2(m+x)]y' +$$
$$+ [A - B\alpha + C\alpha^2 - \alpha^3(m+x)]y = o$$

und diese geht für

$$y = e^{\alpha x} z$$

über in

$$(m+x)z''' + Cz'' + Bz' + Az = o$$

welche sich durch μ malige Differentiation in folgende verwandelt:

$$(m+x)\,z^{(\mu+3)}+(\mu+C)z^{(\mu+2)}+Bz^{(\mu+1)}+Az^{(\mu)}=o$$

und sich folglich für:

$$\mu+C=o$$

vereinfacht. Man erhält nämlich:

$$(m+x)\,z^{(-C+3)}+Bz^{(-C+1)}+Az^{(-C)}=o$$

und wenn man

$$z^{(-C)}=u \text{ und } m+x=\xi$$

setzt,

$$\xi u''+Bu'+Au=o \tag{20}$$

für welche wir gar keinen andern, uns zusagenden Integrationsweg kennen, als den durch unendliche Reihen.

In dem speciellen Falle wo

$$A=o$$

ist, geht obige Gleichung über in:

$$(m+x)\,z'''+Cz''+Bz'=o$$

welche für

$$z'=u$$

eine Gleichung zweiter Ordnung wird, deren Integration uns vollständig gelang. Eben so ist in dem speciellen Falle wo $B=o$ die Integration der Gleichung

$$\xi u'''+Au=o$$

ausführbar. Wir haben im 26. Band von Grunert's Archiv für Mathematik das Integral dieser Gleichung durch unendliche convergente Reihen gegeben.

Endlich lässt sich leicht das Integrale angeben, wenn

$$A=o \text{ und } B=o,$$

oder wenn

$$A=B=C=o$$

ist.

Integration derjenigen Differentialgleichung, für welche

$$\frac{U_0}{U_1}=m+nu+\frac{A}{u-\alpha}+\frac{B}{u-\beta}$$

ist.

In diesem Falle hat man

$$\begin{aligned}
a_3 &= mb_2 \\
a_2 &= b_2 \,[n - m(\alpha+\beta)] \\
a_1 &= b_2 \,[A + B - n(\alpha+\beta) + m\alpha\beta] \\
a_0 &= b_2 \,[n\alpha\beta - A\beta - B\alpha] \\
b_1 &= -\, b_2 \,(\alpha+\beta) \\
b_0 &= b_2 \,\alpha\beta
\end{aligned}$$

und zur Differentialgleichung

$$my''' + [n - m(\alpha+\beta) + x]\, y'' + [m\alpha\beta + A + B - (n+x) \,.$$
$$.\, (\alpha+\beta)]\, y' + [-A\beta - B\alpha + \alpha\beta\,(n+x)]\, y = o.$$

Die Substitution

$$y = e^{\alpha x} z$$

gibt:

$$mz''' + [(2\alpha-\beta)\, m + n + x]\, z'' + [\alpha^2 m - \alpha\beta m + A + B +$$
$$+ (\alpha-\beta)(n+x)]\, z' + A(\alpha-\beta)\, z = o$$

und ein μ maliges Differenziren führt auf:

$$mz^{(\mu+3)} + [(2\alpha-\beta)\, m + n + x]\, z^{(\mu+2)} + [\mu + \alpha^2 m - \alpha\beta m +$$
$$+ A + B + (\alpha-\beta)(n+x)]\, z^{(\mu+1)} + (\mu + A)(\alpha-\beta)\, z^{(\mu)} = o.$$

Nun setzen wir

$$\mu + A = o$$

und erhalten dadurch:

$$mz^{(\mu+3)} + [(2\alpha-\beta)\, m + n + x]\, z^{(\mu+2)} + [\alpha^2 m - \alpha\beta m + B +$$
$$+ (\alpha-\beta)(n+x)]\, z^{(\mu+1)} = o,$$

die wir, da sie bezüglich $z^{(\mu+1)}$ von der zweiten Ordnung ist, zu integriren vermögen. Wir bilden uns daher den, dieser Gleichung entsprechenden Bruch

$$\frac{mu^2 + [(2\alpha-\beta)\, m + n]\, u + \alpha^2 m - \alpha\beta m + B + n(\alpha-\beta)}{u + \alpha - \beta}$$

der zerlegt Folgendes gibt:

$$mu + \alpha m + n + \frac{B}{u + \alpha - \beta}$$

folglich ist:

$$z^{(\mu+1)} = C_1\, e^{(\beta-\alpha)\, x}\, \frac{d^{B-1}}{dx^{B-1}} \left[e^{-\frac{m\beta+n}{m} x - \frac{x^2}{2m}} \right] +$$
$$+ C_2\, e^{-\frac{\alpha m+n}{m} x - \frac{x^2}{2m}}\, \frac{d^{-B}}{dx^{-B}} \left[e^{\frac{m\beta+n}{m} x + \frac{x^2}{2m}} \right]$$

und daher

$$y = C_1 e^{\alpha x} \frac{d^{A-1}}{dx^{A-1}} \left\{ e^{(\beta-\alpha) x} \frac{d^{B-1}}{dx^{B-1}} \left[e^{-\frac{m\beta+n}{m} x - \frac{x^2}{2m}} \right] \right\} +$$

$$+ C_2 e^{\alpha x} \frac{d^{A-1}}{dx^{A-1}} \left\{ e^{-\frac{\alpha m+n}{m} x - \frac{x^2}{2m}} \frac{d^{-B}}{dx^{-B}} \left[e^{\frac{m\beta+n}{m} x + \frac{x^2}{2m}} \right] \right\}$$

Vertauscht man α mit β und zugleich A mit B, so erhält man wieder particuläre Integrale, somit hat man:

$$y = C_1 e^{\alpha x} \frac{d^{A-1}}{dx^{A-1}} \left\{ e^{(\beta-\alpha) x} \frac{d^{B-1}}{dx^{B-1}} \left[e^{-\frac{m\beta+n}{m} x - \frac{x^2}{2m}} \right] \right\} +$$

$$+ C_2 e^{\alpha x} \frac{d^{A-1}}{dx^{A-1}} \left\{ e^{-\frac{\alpha m+n}{m} x - \frac{x2}{2m}} \frac{d^{-B}}{dx^{-B}} \left[e^{\frac{m\beta+n}{m} x + \frac{x^2}{2m}} \right] \right\} +$$

$$+ C_3 e^{\beta x} \frac{d^{B-1}}{dx^{B-1}} \left\{ e^{(\alpha-\beta) x} \frac{d^{A-1}}{dx^{A-1}} \left[e^{-\frac{m\alpha+n}{m} x - \frac{x^2}{2m}} \right] \right\} +$$

$$+ C_4 e^{\beta x} \frac{d^{B-1}}{dx^{B-1}} \left\{ e^{-\frac{\beta m+n}{m} x - \frac{x^2}{2m}} \frac{d^{-A}}{dx^{-A}} \left[e^{\frac{m\alpha+n}{m} x + \frac{x^2}{2m}} \right] \right\}$$

Da die vorgelegte Gleichung von der dritten Ordnung ist, so hat ihr completes Integrale auch nur drei willkürliche Constante. Da nun ferner jede den hier aufgestellten vier Ausdrücken für sich genügt, so kann man irgend einen von denselben weglassen; und hat dann das vollständige Integrale.

Integration derjenigen Differentialgleichung, für welche

$$\frac{U_0}{U_1} = mu + n + \frac{A}{(u-\alpha)^2} + \frac{B}{u-\alpha}$$

ist.

In diesem Falle hat man

$$\begin{aligned}
a_3 &= mb_2 \\
a_2 &= b_2\,(n-2\alpha m) \\
a_1 &= b_2\,(m\alpha^2-2\alpha n+B) \\
a_0 &= b_2\,(n\alpha^2-B\alpha+A) \\
b_1 &= -2\alpha\, b_2 \\
b_0 &= b_2\,\alpha^2
\end{aligned}$$

und die zu integrirende Differentialgleichung heisst:

$$my''' + (n - 2\alpha m + x)y'' + [m\alpha^2 + B - 2\alpha(n+x)]y' + \\ + [A - B\alpha + \alpha^2(n+x)]y = o.$$

Durch Substitution von

$$y = e^{\alpha x} z$$

erhält man:

$$mz''' + (\alpha m + n + x)z'' + Bz' + Az = o,$$

welche mittelst der von Petzval gebrauchten Integrations-Methode, welche eigentlich von Laplace herrührt, zu particulären Integralen von der Form führt:

$$y = \int u^{B-2} e^{m\frac{u^2}{2} + (\alpha m + n + x)u - \frac{A}{u}} du$$

mit Integrationsgrenzen, welche constant sind, und aus der Gleichung

$$u^B e^{m\frac{u^2}{2} + (\alpha m + n + x)u - \frac{A}{u}} = o$$

hervorzugehen haben; wir gestehen offen, dass uns dieses Integrale nicht zusagt (in unserem nächsten Memoire werden wir es durch ein, uns mehr zusagendes ersetzen), es sei denn, dass

$$A = o$$

wäre. In diesem Falle hätte man:

$$z' = C_1 \frac{d^{B-1}}{dx^{B-1}}\left[e^{-\frac{m\alpha+n}{m}x - \frac{x^2}{2m}}\right] + \\ + C_2 e^{-\alpha x - \frac{n}{m}x - \frac{x^2}{2m}} \frac{d^{-B}}{dx^{-B}}\left[e^{\frac{m\alpha+n}{m}x + \frac{x^2}{2m}}\right]$$

somit:

$$y = C_1 e^{\alpha x} \frac{d^{B-2}}{dx^{B-2}}\left[e^{-\frac{m\alpha+n}{m}x - \frac{x^2}{2m}}\right] + \\ + C_2 e^{\alpha x} \int e^{-\frac{m\alpha+n}{m}x - \frac{x^2}{2m}} \frac{d^{-B}}{dx^{-B}}\left[e^{\frac{m\alpha+n}{m}x + \frac{x^2}{2m}}\right] dx$$

Ist $A = o$ und $B = o$, so findet man:

$$y = (C_1 + C_2 x)e^{\alpha x} + C_3 \iint e^{-\frac{\alpha m+n}{m}x - \frac{x^2}{2m}} dx^2.$$

Integration jener Differentialgleichung, für welche

$$\frac{U_0}{U_1} = m + nu + pu^2 + \frac{A}{u-\alpha}$$

ist.

Hier hat man

$$a_3 = b_1 p$$
$$a_2 = b_1 (n-\alpha p)$$
$$a_1 = b_1 (m-\alpha n)$$
$$a_0 = b_1 (A-\alpha m)$$
$$b_0 = -b_1 \alpha$$

folglich ist die zu integrirende Differentialgleichung:

$$py''' + (n-\alpha p)\, y'' + (m-\alpha n+x)\, y' + (A-\alpha m-\alpha x)\, y = o$$

für

$$y = e^{\alpha x} z$$

erhält man:

$$pz''' + (n+2\alpha p)\, z'' + (\alpha^2 p+\alpha n+m+x)\, z' + Az = o$$

und durch ein $-A$ maliges Differenziren:

$$pz^{(-A+3)} + (n+2\alpha p)\, z^{(-A+2)} + (\alpha^2 p + \alpha n+m+x) z^{(-A+1)} = o,$$

deren Integrale Folgendes ist:

$$z^{(-A+1)} = C_1 \int_0^{\mu_1 \infty} e^{\frac{p}{3}u^3 + \left(\frac{n}{2}+\alpha p\right) u^2 + u\,(m+\alpha n+\alpha^2 p+x)}\, du +$$

$$+ C_2 \int_0^{\mu_2 \infty} e^{\frac{p}{3}u^3 + \left(\frac{n}{2}+\alpha p\right) u^2 + u\,(m+\alpha n+\alpha^2 p+x)}\, du +$$

$$+ C_3 \int_0^{\mu_3 \infty} e^{\frac{p}{3}u^3 + \left(\frac{n}{2}+\alpha p\right) u^2 + u\,(m+\alpha n+\alpha^2 p+x)}\, du$$

unter $\mu_1\infty$ $\mu_2\infty$ $\mu_3\infty$ die Wurzeln der Gleichung

$$pu^3 = -\infty$$

und unter $C_1 C_2 C_3$ willkürliche Constante verstanden, deren Summe gleich Null ist. Es ist daher:

$$y = C_1 e^{\alpha x} \int_0^{\mu_1 \infty} u^{A-1} e^{\frac{p}{3} u^3 + \left(\alpha p + \frac{n}{2}\right) u^2 + (m + \alpha n + \alpha^2 p + x)} du +$$

$$+ C_2 e^{\alpha x} \int_0^{\mu_2 \infty} u^{A-1} e^{\frac{p}{3} u^3 + \left(\alpha p + \frac{n}{2}\right) u^2 + (m + \alpha n + \alpha^2 p + x)} du +$$

$$+ C_3 e^{\alpha x} \int_0^{\mu_3 \infty} u^{A-1} e^{\frac{p}{3} u^3 + \left(\alpha p + \frac{n}{2}\right) u^2 + (m + \alpha n + \alpha^2 p + x)} du.$$

Man hätte auch hier gleich vom Anfang an, und wenn $A > o$ ist, sogar mit mehr Erfolg die von Petzval angewandte Methode benützen können. Es wäre nämlich nach derselben für positives A

$$y = K_1 \int_0^{\mu_1 \infty} (u - \alpha)^{A-1} e^{\frac{p}{3} u^3 + \frac{n}{2} u^2 + (m+x) u} du +$$

$$+ K_2 \int_0^{\mu_2 \infty} (u - \alpha)^{A-1} e^{\frac{p}{3} u^3 + \frac{n}{2} u^2 + (m+x) u} du +$$

$$+ K_3 \int_0^{\mu_3 \infty} (u - \alpha)^{A-1} e^{\frac{p}{3} u^3 + \frac{n}{2} u^2 + (m+x) u} du$$

unter $K_1 K_2 K_3$ willkürliche Constante verstanden.

Wir kommen endlich zur

Integration derjenigen Differentialgleichung, für welche

$$\frac{U_0}{U_1} = m + nu + pu^2 + qu^3$$

ist.

Da hat man:

$$\frac{a_0}{b_0} = m, \quad \frac{a_1}{b_0} = n, \quad \frac{a_2}{b_0} = p, \quad \frac{a_3}{b_0} = q$$

und die Differentialgleichung ist:

$$qy''' + py'' + ny' + (m + x) y = o.$$

Durch Benützung der von Petzval angewandten Methode kömmt man auf das Integral:

$$y = C_1 \int_0^{\mu_1 \infty} e^{m(u+x) + \frac{n}{2} u^2 + \frac{p}{3} u^3 + \frac{q}{4} u^4} du +$$

$$+ C_2 \int_0^{\infty \mu_2} e^{m(u+x) + \frac{n}{2} u^2 + \frac{p}{3} u^3 + \frac{q}{4} u^4} du +$$

$$+ C_3 \int_0^{\mu_3 \infty} e^{m(u+x) + \frac{n}{2} u^2 + \frac{p}{3} u^3 + \frac{q}{4} u^4} du +$$

$$+ C_4 \int_0^{\mu_4 \infty} e^{m(u+x) + \frac{n}{2} u^2 + \frac{p}{3} u^3 + \frac{q}{4} u^4} du$$

unter C_1 C_2 C_3 C_4 willkürliche Constante verstanden, deren Summe gleich Null ist, und unter μ_1 μ_2 μ_3 μ_4 Zahlen, welche die Wurzeln der Gleichung:

$$qu^4 = -1$$

sind.

Wir könnten nun auf dieselbe Weise die Integration der Differenzen-Gleichungen dritter Ordnung behandeln und alsdann uns mit Gleichungen der vierten und höhern Ordnung beschäftigen, u. s. f. allein, da wir keine neuen Methoden bei denselben zu erörtern haben, so wollen wir diesen Aufsatz mit folgender allgemeiner Bemerkung schliessen:

Wenn die Gleichung:

$$(21) \qquad (a_n + b_n x)\, y^{(n)} + (a_{n-1} + b_{n-1} x)\, y^{(n-1)} + \dots + (a_1 + b_1 x)\, y' + (a_0 + b_0 x)\, y = o$$

gegeben ist, und der aus den Coëfficienten derselben gebildete Bruch

$$\frac{U_0}{U_1} = \frac{a_n u^n + a_{n-1} u^{n-1} + \dots + a_1 u + a}{b_n u^n + b_{n-1} u^{n-1} + \dots + b_1 u + b_0}$$

sich so in Partialbrüche zerlegen lässt, auf dass

$$\frac{U_0}{U_1} = \frac{A}{u - \alpha} + \frac{P}{Q}$$

ist, unter $u-\alpha$ einen in U_1 nicht wiederholt vorkommenden Factor verstanden, so lässt sich die Gleichung (21) durch Substitution von

$$= e^{\alpha x} \frac{d^{A-1}}{dx^{A-1}} z$$

und nachheriger $-A$ maligen Differentionen auf eine Gleichung von derselben Form wie (21) bringen, die aber um eine Einheit in der Ordnungszahl niedriger ist. Ferner hat U_1 verschiedene Factoren:

$$u-\alpha_1 \quad u-\alpha_2, \quad u-\alpha_3 \;.\;\;.\;\;.\; u-\alpha_r$$

von denen keiner wiederholt in U_1 vorkommt, so lässt sich durch successive Anwendung des eben besprochenen Verfahrens der Grad der vorgelegten Gleichung um r Einheiten erniedrigen.

Da wir ferner immerwährend die Function complémentaire ausser Acht gelassen haben, so bleibt uns zur Verificirung der gewonnenen Integrale nichts anders übrig, als eine directe Substitution in die vorgelegte Gleichung. Und nun wenden wir uns zur Integration anders gebauter Differentialgleichungen.

SITZUNG VOM 18. JUNI 1857.

Eingesendete Abhandlungen.

Beobachtungen über zwei sich gleichzeitig entladende Batterien.

Von **K. W. Knochenhauer.**

Eine aus mehreren Flaschen gebildete Batterie kann man auch als eine Batterie ansehen, welche aus mehreren einzelnen Batterien zusammengesetzt ist. Die Verbindungsdräthe dieser einzelnen Batterien hat man bis jetzt nur kurz und aus starkem, gut leitendem Metalle gemacht, und somit nur auf dem gemeinsamen Schliessungsdrathe die Wirkungen untersucht, welche diese Batterien zusammen bei ihrer gleichzeitigen Entladung hervorbringen; ein nicht hierher gehöriger Umstand hat mich indess veranlasst, auch die Ströme in den Verbindungsdräthen zu messen, und ich erlaube mir meine Beobachtungen mitzutheilen, die, ohne Zweifel manches Beachtenswerthe für die Theorie der elektrischen Ströme darbieten. Ich habe meine Beobachtungen der Einfachheit wegen auf zwei Batterien beschränkt, und werde daher die Discussion nicht über diesen speciellen Fall ausdehnen.

Wir wollen zunächst sehen, was wir nach der jetzt allgemein angenommenen Theorie zu erwarten haben, da eine solche Voruntersuchung jedenfalls ein treffliches Mittel gewährt, den Umfang und die Solidität des bis jetzt gelegten Grundes zu prüfen. Es seien also, um den einfachsten Fall zu wählen, von zwei gleich grossen Batterien die äussern Belegungen durch starkes, zu dem Erdboden ableitend verbundenes Metall, die innern Belegungen dagegen durch einen

längern Drath mit einander vereinigt; an die Mitte dieses Drathes schliesse sich die eine Kugel des Ausladers und von der andern, die in beliebiger Distanz eingestellt ist, gehe der gemeinsame Schliessungsdrath bis zur äussern Belegung. Ladet man vom Conductor aus eine dieser Batterien, so wird auch die andere gleich stark geladen, und wir haben bei der über die Kugeln des Ausladers erfolgenden Entladung in dem gemeinsamen Schliessungsdrathe (dem Stamme) die gemeinsame Wirkung beider Batterien, wie sie bisher untersucht worden ist, daneben aber in den beiden zunächst gleich langen und gleich gut leitenden Dräthen (den Batteriedräthen) die Gelegenheit erlangt, auch die hierin von jeder einzelnen Batterie kommenden Ströme zu messen. Die jetzt giltige Theorie gibt nun, vorausgesetzt dass der Widerstand im Stamme und in den Batteriedräthen unverändert bleibt, die Wärmeentwickelung im Stamme als von $\frac{q^2}{s}$ abhängig an, worin q die der ganzen Batterie zugeleitete Elektricitätsmenge und s die Grösse der belegten Fläche (die Zahl der gleichen Flaschen) bedeutet. Da hier die Batterie in zwei unter einander gleiche Batterien zerlegt ist, so erhält jede $\frac{q}{2}$ Elektricität und die belegte Fläche in jeder ist $= \frac{s}{2}$; es scheint mir also als nothwendig zu folgen, dass in jedem Batteriedrathe die in gleichen Thermometern erzeugte Wärme die Hälfte von der im Stamme sein werde, und dass wir somit hier den ersten Fall hätten, wo zwei gleich starke Ströme mit einander zusammentreffend nur die doppelte Wärme hervorbrächten, statt der vierfachen, die alle andern derartigen Beobachtungen bisher geliefert haben. Sollte etwa die Theorie noch ein anderes Resultat zulassen, so wäre jedenfalls die Wärmeformel $\frac{q^2}{s}$ nicht zweckmässig gewählt, da sie ausser den Grössen q und s keine Bezeichnung enthält, woran das Resultat sich anknüpfen liesse. — Fügen wir hiernach in einen der beiden Batteriedräthe einen schlechter leitenden Drath ein, so wird die eine Batterie sich schneller, die andere sich langsamer entladen, sofern nämlich jede für sich allein zur Entladung käme; da aber beide mit einander verbunden sind, so entsteht die schwierige Frage, wie beide zusammen ihre Entladung bewirken. Ich nenne diese Frage eine schwierige, weil die jetzt herrschende Theorie für dergleichen Fälle noch zu wenig oder vielmehr noch gar nicht ausgebildet ist, und es daher schwierig ist, nach ihr das

Resultat im voraus aufzustellen, ohne den Vorwurf besorgen zu müssen, man habe den jetzigen Ansichten etwas ihnen nicht Zugehöriges absichtlich beigelegt, um desto bequemer das Irrthümliche derselben nachzuweisen. Ich glaube indess, der hier vorliegende Fall werde wohl allgemein nahe so angesehen werden als der, wo zwei gleich grosse und anfänglich gleich hoch mit Wasser (einem Fluidum) gefüllte Behälter durch eine gemeinsame horizontale Röhrenleitung ausfliessen, von denen jedoch der eine durch eine weitere, der andere durch eine engere Röhre mit dem gemeinsamen Ableitungsrohr verbunden ist. Hier würde zunächst der erste Behälter stark, der andere langsam strömen, bis sich in jenem die Druckhöhe um so viel vermindert hätte, als welche bei diesem zur Überwindung des grössern Widerstandes erfordert wird; darauf würden beide gleich langsam fortströmen, weil der Druck vom zweiten Behälter auf den ersten zurückwirkt und den sonst schnellern Ausfluss aus ihm zurückhält. Dies auf die Batterien übertragen, werden wir in dem Drathe der weniger gehemmten Batterie gegen den Schluss der Entladung eine bestimmte Verzögerung des Stromes im Vergleiche zu dem Falle erwarten dürfen, wo beide Batterien sich einzeln über den Schliessungsdrath entladen; indess wird diese Verzögerung sicher nie dahin führen können, die Wärmewirkung beider Ströme gleich gross zu machen, es wird vielmehr immer das Resultat hervorgehen, dass die Wärmeentwicklung in den Batteriedräthen ungleich bleibt, grösser in dem, welcher besser, kleiner in dem, welcher schlechter leitet. Eine Abänderung der Verhältnisse, herbeigeführt durch die Annahme, dass die eine Batterie noch nachträglich durch die anderen geladen werde, könnte nur in dem Falle eintreten, wenn die eine Batterie in ihrer Entladung so verlangsamt würde, dass die zwischen den Kugeln des Ausladers zersprengte Luft schon eher wieder zusammenschlüge, bevor die zu langsam strömende Elektricität der gehemmten Batterie herangekommen wäre; dann würde aber diese Elektricität sich über beide Batterien verbreiten, und beide würden noch die Hälfte der zur Ladung verwandten Elektricität enthalten, ohne das diese als eine in ihrer freien Spannung zu schwache noch weiter über den Auslader davongehen könnte. Diesen extremen Fall ausgenommen, kann offenbar während der Entladung keine der beiden Batterien Elektricität von der andern empfangen, da jeder Andrang neuer Elektricität nichts anders bewirken würde, als die in der

Batterie noch befindliche zurück zu halten, d. h. die weitere Entladung dieser Batterie zu verzögern; denn eben so wenig wie bei den eben angeführten Behältern während des Ausflusses das Niveau in dem einen wieder steigt (den Fall ausgenommen, dass man die gemeinsame Ausflussöffnung verstopft), eben so wenig kann sich auch hier eine Batterie unter Einwirkung der andern bei gestatteter freier Entladung wiederum stärker laden. Doch selbst wenn eine solche erneuerte Ladung möglich wäre, würde das vorher aufgestellte allgemeine Resultat, nämlich dass diejenige Batterie, deren Drath den geringern Widerstand bietet, anfänglich stärker strömt und somit mehr Wärme entwickelt als die andere, nur um so sicherer gelten, da jedenfalls nur die erste Batterie, als die sich zuerst entladende, eine erneuerte Ladung, also ein Übergewicht an Stromstärke erlangen könnte. — Machen wir endlich die Batteriedräthe, ohne ihren Widerstand wesentlich zu ändern, ungleich lang, so entsteht uns die neue Frage, ob hierdurch die Strömungen in beiden Dräthen eine Änderung erfahren. Die jetzige Theorie hat auf die Länge der Dräthe noch kein besonderes Gewicht gelegt, nur bei der Stromtheilung sollen die längern Dräthe Veranlassung zu Nebenströmen geben, welche die wahre Stromtheilung verdecken. Wenn gleich ich mich schon mehrfach dahin ausgesprochen habe, dass keine Thatsachen das Vorhandensein von Nebenströmen bei der Stromtheilung beweisen, so mögen sie immerhin bei derselben bestehen, weil die jetzige Theorie sie in sich aufgenommen hat; allein trotz dieser Annahme dürften doch in dem vorliegenden Falle dergleichen Nebenströme wohl kaum zur Aushilfe herbeigezogen werden, weil kein geschlossener Drathring vorhanden ist, der zu ihrem Entstehen gefordert wird. Wollte man indess die Verbindung durch die Batterien als geschlossenen Ring ansehen, so liegt es dann wenigstens in dem Wesen derartiger Nebenströme, wie dies von ihren Beschützern bisher allgemein behauptet worden ist, dass sie den Strom, durch welchen und neben welchem sie fliessen, in seinem Laufe hemmen. Lassen wir hier also Nebenströme zu, so würde der Strom derjenigen Batterie, deren Drath Veranlassung zu Nebenströmen gibt, verlangsamt oder gehemmt werden, somit würde auf dem längern Batteriedrathe, der eben seiner Länge wegen die Nebenströme begünstigt, eine geringere Wärmeentwickelung eintreten als auf dem andern, natürlich unter sonst gleichen Verhältnissen. — Fassen wir das Bisherige

noch einmal kurz zusammen, so haben wir nach der jetzigen Theorie folgende Resultate zu erwarten: 1. Bei gleicher Länge und Zusammensetzung der Dräthe zweier gleicher Batterien ist die Wärme im Stamme doppelt so gross als in jedem der Batteriedräthe einzeln; 2. bei Batteriedräthen, von denen der eine einen geringern Widerstand darbietet als der andere, wird auf jenem mehr Wärme als auf diesem entwickelt; 3. wenn die Länge der Batteriedräthe bei sonst unverändertem Widerstande einen Einfluss auf das Resultat ausüben sollte, so wird auf dem längern weniger, auf dem kürzern mehr Wärme entwickelt werden.

Wir wollen jetzt sehen, wie weit die Beobachtungen mit diesen nach der Theorie vorherbestimmten Resultaten übereinkommen. Um mich zuvörderst zu überzeugen, dass längere, gut leitende Dräthe, zur Verbindung der innern Belegungen beider Batterien angewandt, die bisher im Stamme beobachteten Zahlen nicht ändern, nahm ich die eine Batterie aus den beiden Flaschen $F_2 + F_3$, die andere aus $F_1 + F_4$, wodurch sie am meisten einander gleich werden, und bildete jeden Batteriedrath aus 5′ Kupferdrath (K) von etwas über $1/2$ Linie Durchmesser; der Stamm enthielt ausser dem Thermometerdrathe (P) und dem Auslader, dessen Kugeln in constanter Entfernung blieben, noch 8·2 Fuss K. Ich erhielt

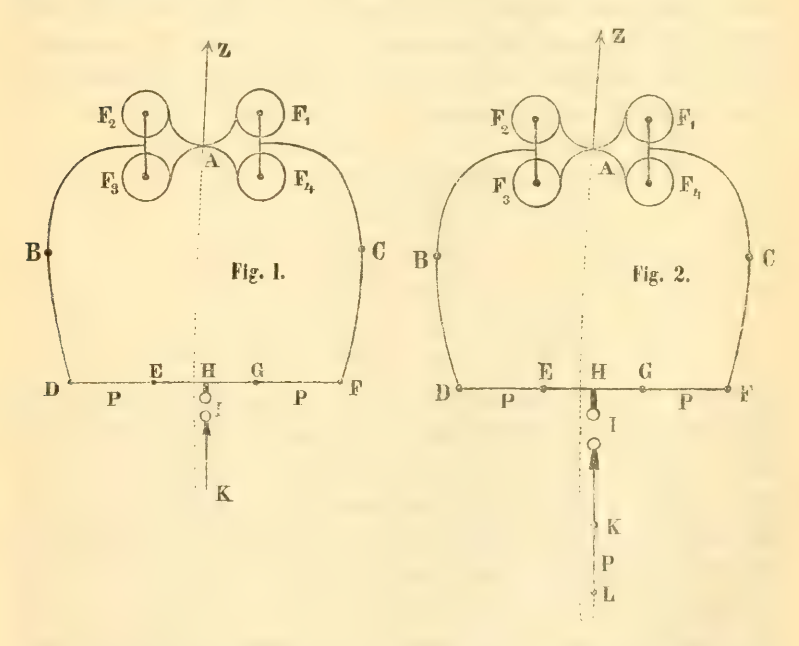
$F_2 + F_3$	$F_1 + F_4$
offen	12.8
11·7	offen

beide Batterien geschlossen 25·0,

also in 25·0 nahe richtig die Summe von 11·7 und 12·8 = 24·5. Um nebenbei einige Aussicht auf die zu erwartenden Resultate zu gewinnen, fügte ich in den einen der Batteriedräthe, der in seiner ursprünglichen Länge mit dem Stamme verbunden durch 0 bezeichnet werden soll, andere Dräthe als Zusätze ein, nämlich entweder Kupferdrath K, oder P einen dem Thermometerdrathe gleichen Platindrath, 17 Zoll von 0·081 Linie Durchmesser, oder $P.B$, eine Platinspirale von 32 Zoll Länge und 0·061 Linie Durchmesser, oder Platindrath $Pl.$ von nahe gleicher Stärke mit dem im Thermometer befindlichen. Dies gab:

Zusatz in $F_2 + F_3$	Zusatz in $F_1 + F_4$	Wärme im Stamm
offen	35′ K.	11·0
0	„	21·7
offen	P.	8·0
0	„	21·2
offen	P. B.	4·1
0	„	15·0
offen	P. + P. B. + 5′ Pl.	2·0
0	„	9·0
offen	P. + P. B. + 15′ Pl.	1·2
0	„	6·5
offen	Röhre mit Wasser	0
0	„	11·5
0	offen	11·5

Beachtenswerth war mir die auffallend kleine Zahl 21·7 gegen 21·2 und 15·0, dann die auf 9·0 und 6·5 sinkende Wärme, während die Röhre mit Wasser 11·5 gibt; doch blieb im letztern Falle ein starkes Residuum in der Batterie zurück, worüber später das Nähere. — Zu den eigentlichen Beobachtungen ward der Apparat nach Fig. 1 oder Fig. 2 zusammengesetzt.



Die beiden Batterien $F_2 + F_3$ und $F_1 + F_4$ waren aussen durch starkes Metall A verbunden, dessen Ableitungsdrath Z nach dem

Erdboden führte. In die Batteriedräthe, die bis D und F 4′K enthielten, waren die isolirten Quecksilbernäpfe B und C eingeschaltet, um hier nach den Seiten zu noch andere Dräthe einfügen zu können; dann folgten in DE und FG zwei dem Thermometerdrathe gleiche Platindräthe P und zwischen EH und GH je 1′ K. An den Auslader I, dessen Kugeln in Fig. 2 weiter als in Fig. 1 auseinander standen, schloss sich der Stamm mit 2′ K. bis K und von da ab in Fig. 1 mit 6·2 Fuss K., in Fig. 2 mit P und 8·2 Fuss K. bis zur Aussenseite der Batterien, nämlich bis A an; die Batteriedräthe, der Auslader I und der Stamm bis gegen K (Fig. 1) oder bis L (Fig. 2) lagen hoch, der übrige Theil des Stammes war ziemlich nahe am Boden fortgeführt, um alle Störungen durch Induction zu vermeiden. In den folgenden Tabellen steht unter $F_2 + F_3$ und $F_1 + F_4$ in der vordern Columne der in die beschriebenen Batteriedräthe eingefügte Zusatz an andern Drath, in der hintern die beobachtete Wärme; wo 0 gesetzt ist, war der Batteriedrath unverändert, aber mit dem Stamme verbunden.

Reihe 1. (Fig. 1.)

$F_2 + F_3$		$F_1 + F_4$	
	offen	0	12·2
	„	16′ K.	11·0
	„	35′ K.	10·0
	„	P. B.	3·9
0	11·6		offen

$F_2 + F_3$		$F_1 + F_4$	
0	10·2	0	12·0
0	6·2	16′ K.	14·6
0	8·6	35′ K.	13·1
0	5·1	P. B.	5·9

Diese erste Reihe zeigt sogleich, dass hier durchaus andere Verhältnisse vorliegen, als wie sie nach den bisherigen Ansichten erwartet werden konnten. Die Batterie, deren Drath länger ist, strömt viel lebhafter als die andere, doch schwächt ein noch längerer Drath die Wirkung wieder einigermassen; ferner die so sehr hemmende Platinspirale B lässt beide Strömungen fast gleich stark werden. Die beobachteten Zahlen werden vielleicht jeden, der von der bisherigen Theorie ausgeht, auf den Gedanken bringen, dass doch auch hier ähnlich wie bei der Nebenbatterie ein Übergang von der einen Batterie in die andere stattfinden müsse, obschon gar nicht abzusehen ist, wie man einen solchen Vorgang auffassen und was man damit gewinnen will, da derartige Ladungsströme doch durch beide Batteriedräthe hindurchgehen müssten. Um das Unhaltbare einer solchen Hypothese evident zu zeigen, änderte ich den Apparat

auch so um, dass erst $F_1 + F_4$, dann $F_2 + F_3$ als Nebenbatterie dienten; ich führte nämlich von der hintern Kugel des Ausladers *I* einen 1′ langen Kupferdrath nach *G* oder *E* und liess dafür *HG* oder *HE* fort; so wurde nur eine Batterie vom Conductor geladen und die andere wirkte als Nebenbatterie. Die dritte Reihe wurde längere Zeit nach der zweiten angestellt, während deren der ganze Apparat auseinander genommen war, auch hatten die Kugeln des Ausladers bei beiden nicht genau dieselbe Distanz; diese Reihen können also noch zeigen, welchen Grad von Sicherheit diese Beobachtungen überhaupt zulassen.

Reihe 2. (Fig. 1.)

$F_2 + F_3$		$F_1 + F_4$
0	11·6	offen
9′ K.	11·0	„
16′	10·5	„
24′	10·2	„
35′	10·0	„
P. B.	3·6	„

Apparat wie Fig. 1.				Als Nebenbatterie gestellt.		
$F_2 + F_3$		$F_1 + F_4$		$F_2 + F_3$	$F_1 + F_4$	Verhältniss
0	10·2	0	11·4	7·0	6·2	0·88
8′ K.	13·4	0	7·4	7·2	5·2	0·72
16′	14·2	0	6·1	8·0	3·0	0·38
24′	13·4	0	7·2	8·7	1·9	0·22
35′	12·7	0	7·5	8·9	1·2	0·13
P. B.	5·0	0	5·4	3·0	2·5	0·83

Reihe 3. (Fig. 1.)

Apparat wie Fig. 1.				Als Nebenbatterie gestellt.		
$F_2 + F_3$		$F_1 + F_4$		$F_1 + F_4$	$F_2 + F_3$	Verhältniss
	offen	0	13·0			
0	12·5		offen			
0	11·1	0	12·2	7·9	6·9	0·87
8′ K.	14·2	0	8·1	8·7	6·0	0·69
16′	15·4	0	6·9	10·1	3·8	0·38
24′	14·7	0	7·2	11·0	2·6	0·24
35′	13·9	0	8·3	11·5	1·7	0·15
P. B.	5·5	0	5·6	4·6	2·8	0·61

Beide Reihen geben wieder dem längern Batteriedrathe den stärkeren Strom, während die Ladung der Nebenbatterie, mag man die Batterie mit längerm oder mit kürzerm Drathe dazu bestimmen, das gleiche Verhältniss beibehält und continuirlich mit der Ungleichheit der beiden Dräthe abnimmt. Während man also einerseits in Ungewissheit bliebe, welche Batterie man als die ladende und welche als die die Ladung empfangende ansehen sollte, müssten sich auch die Einwirkungen mit zunehmender Ungleichheit der Batteriedräthe vermindern, während sie sich gerade umgekehrt nach den vorliegenden Beobachtungen steigern. — Damit es nicht scheine, als müssten die Batteriedräthe gewisse Längen einhalten, wurden in $F_1 + F_4$ 16′ *K.* hinzugefügt, und der andere Drath nach und nach verlängert. Die folgende Reihe ist den frühern durchaus entsprechend.

Reihe 4. (Fig. 1.)

$F_2 + F_3$		$F_1 + F_4$	
	offen	16′ K.	12·8
0	7·2	„	18·1
8′ K.	7·8	„	16·9
16′	10·5	„	14·0
24′	14·1	„	9·8
32′	15·5	„	7·5
40′	15·5	„	7·4

Zu beachten ist, dass die Verhältnisszahlen der beiden Ströme am Ende der Reihe kleiner sind als am Anfange. — Es wurden hierauf nach Fig. 2 auch im Stamme Beobachtungen angestellt, wobei ich wieder bemerke, dass die beiden zum Theil gleichen Reihen 5 und 6 der Zeit nach weit auseinander liegen.

Reihe 5. (Fig. 2.)

Apparat wie Fig. 2.					Als Nebenbatterie gestellt.		
$F_2 + F_3$		$F_1 + F_4$		Stamm	$F_2 + F_3$	$F_1 + F_4$	Stamm
	offen	0	8·9				
0	8·5		offen				
0	6·0	0	6·5	22·0	6·5	5·7	6·7
16′ K.	8·5	0	4·4	20·0	5·6	4·5	8·2
35′	9·4	0	5·0	17·5	5·0	2·5	9·7
P. B.	4·2	0	4·2	15·0	3·2	2·7	4·2
35′ + P. B.	5·3	0	4·0	11·0			
35′	7·7	P. B.	2·9	15·0			

Reihe 6. (Fig. 2.)

Apparat wie Fig. 2.					Als Nebenbatterie gestellt.		
$F_2 + F_3$		$F_1 + F_4$		Stamm.	$F_1 + F_4$	$F_2 + F_3$	Stamm.
	offen	0	9·2				
0	6·0	0	6·4	22·5	6·6	6·0	7·0
16′ K.	8·9	0	4·8	20·6	8·7	4·5	5·1
35′	9·7	0	5·5	17·7	9·9	2·4	5·6
P. B.	4·2	0	4·3	15·6	4·1	2·9	4·5

Reihe 7. (Fig. 2.)

$F_2 + F_3$		$F_1 + F_4$		Stamm.
	offen	16′ K.	8·2	
0	4·5	„	9·0	20·0
8′ K.	4·9	„	8·2	20·5
16′	5·4	„	6·6	21·0
20′	6·0	„	5·7	21·0
24′	6·2	„	5·5	20·5
32′	7·2	„	4·5	19·6
40′	8·3	„	4·5	18·6

In diesen Reihen zeigt sich zunächst, dass da, wo die beiden Batteriedräthe gleich lang sind, der Stamm die vierfache Wärme von der der einzelnen Batterie erlangt; es ist dies also gegen die Erwartung, allein übereinstimmend mit den sonst bekannten Thatsachen. Wenn übrigens die Batteriedräthe den vierten Theil der im Stamme beobachteten Wärme etwas überschreiten, so ist dies hier nicht mehr der Fall, als wie wir es ebenso bei der Theilung des Stromes durch zwei durchaus gleiche Zweige finden; die Differenz hängt unstreitig mit dem Luftthermometer zusammen, das in Theilströmen etwas grössere Zahlen angibt als im ganzen Strome. Zu berücksichtigen ist noch die Abnahme der Stammwärme bei ungleich langen Dräthen, die aus dem gewöhnlichen Widerstande nicht erklärbar ist. Die Ladung der Nebenbatterie ist wegen des P im Stamme in den beiden Fällen zwar ungleich stark, indess gibt dies doch keinen Anhaltspunkt, um darauf eine Erklärung zu gründen; denn während die Verhältnisszahlen in beiden Reihen darauf hinweisen würden, dass eine Nebenladung von $F_2 + F_3$ auf $F_1 + F_4$ übergeht, würde die sinkende Wärme im Stamme wieder dafür sprechen, dass die Nebenladung gerade umgekehrt eintritt. Die in Reihe 5 zugefügten

beiden Beobachtungen, wo der grösste Widerstand einmal in $F_2 + F_3$, dann in $F_1 + F_4$ ist, machen jede Erklärung nach den jetzt giltigen Ansichten überdies unmöglich. — Ich füge noch zwei Reihen mit 15′ Platindrath in $F_1 + F_4$ hinzu, welche zeigen, dass bei zu grossem Widerstande in einem Batteriedrathe die Länge desselben nicht durchdringen kann, um, wie es bisher der Fall war, der Stromstärke in dieser Batterie das Übergewicht zu geben.

Reihe 8. (Fig. 1.)

$F_2 + F_3$		$F_1 + F_4$	
0	5·7	15′ Pl.	3·3
8′ K.	6·3	„	3·0
16′	7·1	„	2·7
24′	8·1	„	2·3
32′	9·5	„	2·0
40′	10·1	„	2·0

9. Reihe. (Fig. 2.)

$F_2 + F_3$		$F_1 + F_4$		Stamm
	offen	15′ Pl.	1·6	
0	8·5		offen	
0	3·2	15′ Pl.	2·7	7·7
8′ K.	3·6	„	2·6	8·7
16′	4·1	„	2·4	9·5
24′	4·6	„	2·2	10·0
32′	5·2	„	2·0	10·6
40′	5·7	„	1·9	10·7

So weit ich absehen kann, lässt uns bei den vorliegenden Beobachtungen die bisher über die elektrischen Ströme aufgestellte Theorie gänzlich in Stich, und bietet von keiner Seite auch nur die Aussicht auf eine einigermassen befriedigende Erklärung dar. Wir wollen nun sehen, ob die Ansichten, welche ich als Folge aus meinen früheren Beobachtungen gezogen habe, etwas mehr leisten. Was zunächst die Wärme betrifft, so habe ich mich dafür ausgesprochen, sie überall unter die Formel $\left(\frac{J}{W}\right)^2 t$ oder $i^2 t$ zu setzen, worin i die Stromstärke und t die Zeitdauer des Stromes bezeichnet. (M. siehe Beitr. p. 43.) Geht hier durch den Stamm der ganze Strom, so geht in derselben Zeit durch jeden der beiden gleich langen und einen gleichen Widerstand darbietenden Batteriedräthe nur der halbe Strom; somit steht die entwickelte Wärme im Verhältniss von 4 : 1, wie es die Beobach-

tungen ergeben. Dann in Bezug auf die übrigen Beobachtungen habe ich mich namentlich bei der Stromtheilung (Beitr. p. 58 u. 73) dahin erklärt, dass alle diese Erscheinungen durch die Forderung nach dem Gleichgewicht in der freien Spannung bedingt werden. Von der freien Spannung habe ich aber (Beitr. p. 21) nachgewiesen, dass sie auf dem Schliessungsbogen von der Innen- zur Aussenseite der Batterie proportional zur Länge des Bogens abnimmt, wobei abweichend vom galvanischen Strom auch die schlecht leitenden und feineren Dräthe nahezu mit ihrer wahren Länge (mit der äquivalenten) in Anrechnung kommen. Sind also zunächst beide Batteriedräthe gleich lang, so ist an der Vereinigungsstelle bei H (Fig. 1 u. 2) die freie Spannung im Gleichgewicht, und beide Batterien zeigen gleiche Stromstärke, mögen beide Batteriedräthe gleichen oder ungleichen Widerstand leisten; denn sollte im letzteren Falle die weniger gehemmte Batterie in ihrer Entladung vorauseilen wollen, so würde damit die freie Spannung in ihr sinken und somit das Gleichgewicht in H gestört werden; es geht also nicht anders, die eine Batterie muss sich nach der andern richten, so wie bei der Stromtheilung der grössere Theil des Stromes durch den schlechter leitenden Zweig hindurch muss, wenn er kürzer als der andere ist. Auch hiermit stimmen die Beobachtungen überein mit Ausschluss der Reihen 8 u 9, auf die erst später Rücksicht genommen werden kann. Sind dagegen die Batteriedräthe an Länge ungleich, so findet sich bei H nicht die gleiche Spannung von beiden Batterien aus. Es sei z. B. nach Fig. 1 der eine Batteriedrath 7·5 Fuss lang (die Dräthe in den Flaschen eingerechnet), der andere durch Zusatz von $16' = 23{\cdot}5$ Fuss, und der Stamm habe mit Einschluss des Ausladers eine Länge von 9·2 Fuss, so ist, wenn wir die Intensität der Ladung mit 40·0 bezeichnen, die Spannung in H von der ersten Batterie aus $= \frac{40 \times 9{\cdot}2}{16{\cdot}7} = 22{\cdot}0$, von der andern $= \frac{40 \times 9{\cdot}2}{32{\cdot}7} = 11{\cdot}2$. Das Gleichgewicht besteht also nicht. Um es herzustellen, müssen die Dräthe sich so gliedern (sei es mit oder ohne Beihilfe der Batterien, was bis jetzt schwer zu entscheiden sein möchte), dass der kürzere Batteriedrath eine grössere, der längere eine kleinere äquivalente Länge erhält, und ebenso dass der Stamm an äquivalenter Länge zunimmt. Von solchen Gliederungen haben wir, wenn wir anders, um nicht zu weitläufig zu werden, von den vielfachen Thatsachen bei der Nebenbatterie absehen wollen,

Beispiele in den zu Spiralen gewundenen Dräthen, die hierdurch nicht nur eine grössere äquivalente Länge erhalten, d. h. sie zeigen in denselben Schliessungsbogen eingeschaltet eine grössere Spannungsdifferenz zwischen ihren Endpunkten als gerad gestreckte gleich lange Dräthe besitzen, sondern auch den Strom stärker hemmen; umgekehrt erlangen zwei in einander geschobene und conträr verbundene Spiralen eine kürzere äquivalente Länge (eine kleinere Spannungsdifferenz zwischen den Endpunkten), und beschleunigen hiermit die Strömung. Ebenso ändert ein in eine Spirale geschobenes Eisendrathbündel die äquivalente Länge derselben um, und hemmt den Strom bedeutend. Wenden wir dies auf unsern Fall an, so werden alle Dräthe, welche länger werden (in dem Sinne genommen, dass die Spannungs-Differenz grösser wird), die Strömung vermindern, und umgekehrt die, welche kürzer werden, die Strömung vergrössern, d. h. die elektrischen Schwingungen schwächer oder stärker werden lassen. Im Stamme und in dem kürzern Batteriedrathe sinkt somit die Wärme, während sie in dem längern Batteriedrathe steigt. Auch hier bestätigen wieder die jetzt vorliegenden Thatsachen die schon früher von mir aufgestellten Ansichten. — Es bleibt mir hiernach nur noch zu erörtern übrig, warum bei Einfügung grosser Drathlängen, wodurch die Spannungen in *H* noch ungleicher werden, das Verhältniss der Wärme in beiden Batteriedräthen sich nicht immer ungleicher herausstellt. Hiermit hängt gleichfalls die Frage zusammen, warum der 15′ lange Platindrath nicht seiner Länge entsprechend wirkt, wie dies eben so wenig in der vorletzten Beobachtung unter Reihe 5 der Fall ist. Verbindet man mit irgend einer Stelle eines Schliessungsbogens einen von da auslaufenden isolirten Drath, so wird derselbe, während die Batterie sich entladet, ebenfalls elektrisch, wie das Ausströmen der Elektricität an seinem freien Ende zeigt. Erklärt sich dies Elektrischwerden ganz einfach daraus, dass auch dieser Drath das Gegengewicht gegen die freie Spannung halten muss, so weiss man doch von der andern Seite, dass er nach dem freien Ende schwächer elektrisch wird, wenn er entweder bedeutend an Länge zunimmt oder aus schlecht leitendem Drathe besteht; denn so gut auch ein Drath leitet, so hat er doch etwas in sich, was einen Übergang zum Isolator bildet, d. h. jeder Drath bietet dem Fortschritte der elektrischen Erregung ein bestimmtes Hinderniss dar, woran diese sich gleichsam aufstaut, ohne weiter zu schreiten.

Wo ein solches Aufstauen stattfindet, da bildet sich unmittelbar durch diesen Vorgang das Gegengewicht gegen die Spannung, ohne dass es auf andere Weise hergestellt werden müsste. Auf diese Art erkläre ich mir einfach, warum eine weiter fortgesetzte Verlängerung des einen Batteriedrathes die anfängliche Wirkung nicht weiter vergrössert, ebenso warum der lange Platindrath das Gesetz nicht vollständig ausprägt, und ebenso die von der Regel abweichende vorletzte Beobachtung in Reihe 5. Anfänglich glaubte ich wohl, die mit dem 15′ langen Platindrathe versehene Batterie möchte sich nicht vollständig entladen, wie es in der That bei der Einschaltung einer mit Wasser gefüllten Röhre der Fall ist, wo die Aufstauung so stark wird, dass die Luftschicht zwischen den Kugeln des Ausladers eher zusammengeht, als die gehemmte Elektricität der zweiten Batterie herankommt; indess die über das Residuum angestellten Versuche liessen eine solche Erklärung nicht zu. Als nämlich die beiden Batterien isolirt waren, und die Ladung mittelst einer Lane'schen Flasche gezählt wurde (die Batteriedräthe enthielten hierbei nur 3′*K* und der Stamm war wie in Fig. 1), waren zu jeder Füllung bis zur Entladung über den Auslader folgende Quanta (L. F.) erforderlich:

Bei $F_2 + F_3$ allein mit der Röhre voll Wasser 12·5 L. F.
dann mit Einschluss des Residuums nur 9·7 „ „
Bei beiden Batterien, in $F_1 + F_4$ die Röhre 26·4 „ „
dann mit Einschluss des Residuums nur 12·7 „ „

$F_1 + F_4$ blieb hiernach unentladen und theilte seine Elektricität beiden Batterien mit. Als beide Batterien nur Dräthe von 3′*K* enthielten, war

die Ladung von $F_2 + F_3$ allein = 12·7 L. F.
und mit Einschluss des Residuums = 11·5 „ „
die Ladung beider Batterien betrug dagegen 26·4 „ „
und mit Einschluss des Residuums 23·3 „ „

Beide Batterien hatten sich also regelmässig oder vollständig entladen. Die Batterie $F_1 + F_4$ enthielt hierauf 15′ *Pl.;* die Ladung beider Batterien war = 26·0 L. F. und mit Einschluss des Residuums = 23·0 L. F; dieselben Zahlen entstanden, als in $F_2 + F_3$ noch 35′*K* zugefügt waren. In diesen beiden Fällen hatte sich demnach die Batterie ebenfalls vollständig entladen. Nebenbei will ich jedoch bemerken, dass in den beiden letzten Fällen die Lane'sche

Flasche gegen Ende der Ladung sehr langsam überschlug, offenbar weil viele Elektricität aus dem feinen Platindrathe ausströmte.

Die von mir aufgestellte Erklärung kann leicht einer sehr strengen Prüfung unterworfen werden. Verlängert man nämlich den Stamm in Fig. 1 bedeutend, so wird der von beiden Batterien stammende Spannungsunterschied bei H geringer; fügt man z. B. $35'K$ in den Stamm ein, wie es bei der folgenden Reihe geschehen ist, so gibt $F_2 + F_3$ mit dem gewöhnlichen Batteriedrathe (Fig. 1) die Spannung bei $H = \frac{40 \times 44{\cdot}2}{51{\cdot}7} = 34{\cdot}2$ und $F_1 + F_4$ mit Zusatz von $16'K = \frac{40 \times 44{\cdot}2}{67{\cdot}7} = 26{\cdot}1$, und es entstehen somit zwei in Vergleich mit den frühern 22·0 und 11·2 sich einander bei weitem mehr nähernde Zahlen. Dem zu Folge müssen nun die in beiden Batteriedräthen beobachteten Wärmegrade einander mehr gleich sein.

Reihe 10. (Fig. 1 mit $35'K$. Zusatz im Stamme.)

$F_2 + F_3$		$F_1 + F_4$	
	offen	16′ K.	10·5
0	7·6	„	11·1
8′ K.	8·1	„	10·3
16′	8·9	„	9·3
24′	9·2	„	8·7
32′	9·9	„	7·8
40′	10·2	„	7·5

Die Vergleichung dieser Reihe mit der ihr entsprechenden Reihe 4 gibt volle Gewähr für die Richtigkeit der aufgestellten Erklärung. — Ich bin zwar am wenigsten zu dem Glauben geneigt, dass die von mir vorgetragenen Ansichten bereits überall vollständig ausgebildet sind, noch weniger meine ich, dass sie schon jetzt einen vollen Aufschluss über die Art und Weise der elektrischen Strömungen gewähren, ich ziehe sie jedoch selbst so, wie sie sind, bei weitem den jetzt herrschenden Ansichten vor, da diese mir auch nicht die geringste Aussicht auf eine genügende Erklärung der von mir angestellten Beobachtungen versprechen, und ich, blos um eine Theorie zu halten, die ihrer Natur nach wandelbar ist, nicht in die Lage gedrängt werden möchte, Thatsachen für gering zu halten oder ganz zu übersehen, die aus den unwandelbaren Gesetzen der Natur stammen und zu weiteren Forschungen auffordern.

Zum Schlusse will ich noch einige Beobachtungen mittheilen, wo die eine Batterie aus $F_1 + F_4$, die andere nur aus F_2 bestand. Die Reihen entsprechen ganz den bisher angeführten, nur verhält sich in ihnen bei gleich langen Batteriedräthen die Wärmeentwicklung in F_2 zu der in $F_1 + F_4$ und zu der im Stamme wie 1 : 4 : 9, wie es die Stromstärken $\frac{1}{3}$, $\frac{2}{3}$ und 1 verlangen. Ich gebe einfach die Reihen, ohne weiter ein Wort zu ihrer Erläuterung hinzuzufügen.

Reihe 11 (nach Fig. 1).

F_2		$F_1 + F_4$	
	offen	0	14·2
0	7·5		offen
0	3·5	0	16·4
8′ K.	5·2	0	13·8
16′	7·2	0	11·8
24′	8·3	0	9·6
32′	10·0	0	9·0
40′	9·9	0	9·0

Reihe 12 (nach Fig. 1).

F_2		$F_1 + F_4$	
	offen	0	15·4
0	8·0		offen
0	4·1	0	17·4
0	3·4	8′ K.	18·0
0	4·2	16′	16·5
0	4·7	24′	15·7
0	5·4	32′	15·0
0	5·8	40′	14·2

Reihe 13 (nach Fig 1 mit 35′ *K* Zusatz im Stamme).

F_2		$F_1 + F_4$	
	offen	0	12·4
0	6·5		offen
0	3·7	0	12·2
8′ K.	4·0	0	11·8
16′	4·2	0	11·1
24′	4·4	0	10·6
32′	4·6	0	10·0
40′	4·8	0	9·5

Reihe 14 (nach Fig. 2).

F_2		$F_1 + F_4$		Stamm
	offen	0	9·3	
0	5·0		offen	
0	2·1	0	8·5	17·1
8′ K.	2·5	0	8·0	17·0
16′	3·2	0	6·9	16·7
24′	4·1	0	6·2	16·2
32′	4·5	0	5·9	15·2
40′	4·6	0	5·7	14·6

Ergebnisse der Untersuchung der bei Krakau vorkommenden Turbellarien.

Von **Oscar Schmidt.**

Ich beabsichtige, der math.-naturwiss. Classe der kais. Akademie demnächst eine grössere, durch zahlreiche Abbildungen erläuterte Abhandlung vorzulegen, welche die vom Ende Februar bis Mitte Juni ununterbrochen angestellten Beobachtungen über die in den Umgebungen von Krakau vorkommenden Rhabdocoelen enthält, eine Thiergruppe, über die ich schon eine Reihe von Untersuchungen veröffentlicht habe. Vorläufig erlaube ich mir, die wichtigeren systematischen und physiologisch-anatomischen Resultate mitzutheilen.

1. Im Ganzen sind zwanzig Arten rhabdocoeler Strudelwürmer beobachtet, nämlich: *Vortex truncatus* Ehbg.; *Vortex viridis* Schltze; *Vortex scoparius* Nov. spec.; *Vortex pictus* Schmdt.; *Vortex coronarius* Nov. spec.; *Derostomum galizianum* Nov. spec.; *Opistomum pallidum* Schltze. nicht Schmdt.; *Mesostomum Craci* Nov. spec.; *Mesostomum cyathus* Nov. spec.; *Mesostomum personatum* Schmdt.; *Mesostomum Ehrenbergii* Schmdt.; *Mesostomum Wandae* Nov. spec.; *Mesostomum fallax* Nov. spec.; *Mesostomum trunculum* Nov. spec.; *Mesostomum Hirudo* Nov. spec.; *Mesostomum lapponicum* Schmdt. (?); *Macrostomum Hystrix* Örsd.; *Microstomum lineare* Örsd; *Stenostomum leucops* Schmdt.; *Prostomum furiosum* Nov. spec.

2. Bei *Vortex pictus* habe ich die einzelnen Acte der Eibildung, nämlich die Vereinigung des Keimes mit der Samenmasse und dem Dotter, direct beobachtet.

3. *Opistomum pallidum* Schmidt ist specifisch verschieden von der von M. Schultze unter diesem Namen beschriebenen Art.

4. Bei sechs typischen Arten der Mesostomeen ist das Detail der Geschlechtsorgane beobachtet.

a) Es herrscht die schärfste specifische Trennung in der Beschaffenheit der einzelnen Theile bei durchgreifendem allgemeinen Plane.

b) Ausser dem Hoden gehört zum männlichen productiven Geschlechtsapparat eine, eine eigenthümliche Körnermasse bereitende Drüse, deren Product, räumlich getrennt vom Samen, in der Samenblase sich mit anhäuft.

c) Dem weiblichen Geschlechtsapparate gehören eine *bursa copulatrix* und ein *receptacutum seminis* an, in dem aus der Insecten-Anatomie bekannten Sinne. Statt dieser beiden Behälter findet sich bei den Vorticinen nur einer.

5. Der Schlundkopf der Mesostomeen, obschon in seinen Gewebselementen etwas abweichend, stimmt doch sonst vollkommen mit demjenigen der Vorticinen überein. Zwischen ihm und dem Magen befindet sich bei beiden Familien ein Schlund. Die Cardia des Magens ist mit einem eigenthümlichen Sphincter versehen. Die bisher räthselhaften, vom Schlundkopf mancher Mesostomeen ausgehenden Strahlen sind contractile Elemente zur Erweiterung des hinteren Schlundkopfsphincters.

6. Bei *Mesostomum Ehrenbergii* vertritt die Wassergefässöffnung zugleich die Stelle der Mundöffnung, indem der Schlundkopf in den Grund des von mir sogenannten Wasserbechers einmündet, der hinter der Wassergefässöffnung gelegenen Erweiterung.

7. Die Gattung *Schizostomum* Schmdt. ist aufzuheben und wenigstens vorläufig mit *Mesostomum* zu vereinigen.

8. Das Organ, welches man bisher bei der Gattung *Prostomum* für einen Saugnapf gehalten, ist der wahre Schlundkopf, der sich ganz so verhält, wie derjenige der Mesostomeen.

9. In den Stachel von *Prostomum* mündet ausser der Blase, die ich früher als Giftblase gedeutet, eine zweite Blase gesondert ein, die mit den Geschlechtsorganen zusammenzuhängen scheint.

10. Der im Keimstock bereitete Eitheil der Rhabdocoelen (gewöhnlich Keim genannt) enthält ausser dem Keimbläschen mit dem Keimfleck noch eine feinkörnige Dottermasse, welche mit dem Samen in Berührung kommt vor dem Hinzutritt des von den Dotterstöcken gelieferten Dotters, und daher als Befruchtungsdotter zu bezeichnen ist.

Vorträge.

Beiträge zur Kenntniss der Siphonostomen.

Von Dr. Camill Heller.

(Mit III Tafeln.)

(Vorgetragen in der Sitzung vom 19. Februar 1857.)

In neuester Zeit wurden durch die Arbeiten von Baird, van Beneden, Dana, Vogt, Leydig, Kroyer, Gerstaecker zahlreiche und interessante Beiträge zur Kenntniss der Siphonostomen geliefert und dadurch die Naturgeschichte dieser Thiere, sowohl was ihre Organisation und Entwickelungsgeschichte als ihre Lebensweise und Systematik betrifft, bedeutend gefördert.

In den nachfolgenden Zeilen will ich es gleichfalls versuchen, einige hieher gehörige neue Thiere, welche sich in dem hiesigen zoologischen Museum befinden, einer genauern Beschreibung zu unterziehen.

Dieselben dürften besonders desswegen ein grösseres Interesse verdienen, weil sie zu einer Familie gehören, welche bis nun sehr wenige Repräsentanten aufzuweisen hatten.

Bevor ich jedoch zu der Behandlung meines Gegenstandes selbst übergehe, sei es mir gestattet, dem Herrn Director und wirklichen Mitgliede Vincenz Kollar für die gütige Erlaubniss, mit der er mir die Gegenstände zur Untersuchung und Beschreibung überliess, so wie für die vielfältige Unterstützung, welche er mir stets auf die wohlwollendste Weise zu Theil werden liess, hier öffentlich meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Gyropeltis nov. gen.

Dieses neue Geschlecht, welches vermöge seiner abgeplatteten scheibenförmigen Gestalt mit *Argulus* viele Ähnlichkeit hat, charakterisirt sich durch den Mangel der vordern Saugnäpfe, an deren Stelle es starke, wohl ausgebildete Hakenfüsse besitzt, so wie durch den

Mangel eines Stechapparates. — Der scheibenförmige Cephalothorax, welcher sich weit nach aussen und hinten ausbreitet und dabei fast gänzlich die Füsse überdeckt, hat in seiner hinteren Hälfte einen tiefen mittlern Ausschnitt zur Aufnahme des übrigen Körpers. Er ist auf seiner oberen Fläche leicht gewölbt und trägt gegen den vorderen Rand hin zwei runde zusammengesetzte Augen, zwischen denen sich zwei starke Chitinleisten von vorn nach hinten in convergirender Richtung in der Haut hinziehen. Die untere Fläche ist leicht ausgehöhlt und dient zur Aufnahme der Tast- und Kauwerkzeuge. Der an das hintere Thoraxende sich anschliessende flossenartige Schwanz ist immer nach rückwärts in zwei Lappen gespalten.

Nachdem ich die äussere Körpergestalt im Allgemeinen dargestellt habe, werde ich im Nachfolgenden den anatomischen Bau, in so weit mir derselbe bei den ziemlich lange in Weingeist gelegenen Exemplaren erkennbar wurde, einer näheren Würdigung unterziehen.

I. Gliedmassen.

Man findet sie zu sieben Paaren, davon drei Paare am Cephalothorax und vier Paare am Bruststück. Dieselben stimmen im Allgemeinen in Form und Bau mit jenen bei *Argulus* überein.

Das erste Paar liegt in der Nähe des vordern Stirnrandes, von diesem vollkommen überdeckt, in kleinen querovalen Gruben (Taf. I, Fig. 2 *a*). Es stellt zwei von innen nach aussen und vorn gerichtete Haken dar (Taf. I, Fig. 3; Taf. II, Fig. 3). Diese bestehen aus zwei Gliedern. Das erste oder Basilarglied (Taf. I, Fig. 3 *a*) ist kurz, rundlich. Das zweite darauf folgende (*b*) ist länger und an der Spitze stark einwärts gekrümmt. Von ihm eingeschlossen findet man gewöhnlich einen kleinern Haken, der bei seiner dunklern Färbung deutlich sichtbar wird. Derselbe ist im Innern des alten ausgebildet und wahrscheinlich bestimmt, um bei der Häutung des Thieres, wo der alte Haken mit der übrigen Chitinhülle abgeworfen wird, als Ersatz an dessen Stelle zu treten. Bei *Argulus catostomi* wurde von Dana [1]) dieses Verhalten gleichfalls beobachtet, indem er in seiner Beschreibung pag. 299 darüber sagt: „This joint is hollow and contains a retractile spine of a brown color, capable of being projected into

---

[1]) Description of the Argulus Catostomi by J. Dana aud Herrick. American Journal XXXI, 1833, pag. 297—308 (With figures).

the terminating spine of the joint.“ Die braune dunklere Färbung des innern Hakens wird bedingt durch die in ihn sich fortsetzende parenchymatöse zellige Masse und mehrere Muskelbündel, die in ihm sich befestigen, daher auch eine kräftige Bewegung desselben beim Leben des Thieres in der That stattfinden mag. Ferner trägt dieses zweite Glied noch an seinem unteren Rande einen borstenförmigen, undeutlich zweigliedrigen, die Länge des Gliedes kaum erreichenden Anhang (Palpe) (*c*) — Unmittelbar am äussern Rande des Basalgliedes fügt sich ein ziemlich langer, nach hinten und aussen gerichteter, den Schildrand jedoch nicht überragender Tasteranhang (Antenne) (*e*) ein. Derselbe besteht aus vier cylindrischen Gliedern, wovon die beiden ersten kurz und dick, die folgenden dünner sind, dagegen ist das dritte Glied sehr lang, das vierte kürzer und an seiner Spitze mit einigen steifen Borsten besetzt. — Nach hinten ist das Basalglied mit einem spitzen stachelartigen Zahne bewaffnet (*f*).

Die nun beschriebenen Gliedmassen werden von den Autoren meist für Antennen aufgeführt; doch können hier blos die palpenartigen Anhänge derselben als Tastorgane gedeutet werden, während die eigentlichen Glieder selbst nach ihrem Bau nur als Klammerorgane oder Kieferfüsse aufzufassen sind.

2. In einem kleinen Abstande folgt nun nach hinten ein zweites Kieferfusspaar, zwischen dem unmittelbar der Mund liegt (Taf. I, Fig. 2 *c*; Fig. 4). Es ist äusserst kräftig gebaut, mit starken Muskeln versehen und daher ganz vorzugsweise geeignet, um sich an Gegenstände kräftig anzuklammern und sich festzuhalten. Es ist nicht deutlich in Glieder abgetheilt, sondern besteht blos aus einem dicken konischen Basaltheil, der an seiner Spitze einen starken, sichelartig einwärts gekrümmten Haken trägt. Letzterer birgt in seinem Innern ebenfalls einen bereits fertigen Ersatzhaken.

3. Das unmittelbar folgende dritte Kieferfusspaar (Taf. I, Fig. 2 *d*; Fig. 5) unterscheidet sich in seiner Form schon wesentlich von den vorhergehenden. Es ist mehr fussartig, besteht aus fünf ungleichlangen Gliedern, wovon die beiden erstern dicker, die folgenden dünn, länglich, cylindrisch sind und an ihrem Ende zwei starke, kurze, am Rande mit spitzen Zähnchen und Stacheln besetzte Klauen tragen (Taf I, Fig. 6). Am hintern Rande des ersten Gliedes (Fig. 5 *c*) ragen drei zahnartige Fortsätze nach hinten und innen, und

an seiner untern Fläche bemerkt man eine ovale rauhe Platte (*b*). — In dem Zwischenraume zwischen Kiefer und Thoraxfüssen finden sich an der Bauchfläche zwei nach hinten gerichtete Stacheln vor.

4. Die vier Fusspaare des Thorax (Taf. I, Fig. 2 *e*) entspringen seitlich von demselben und sind horizontal nach aussen gerichtet, wobei sie den äussern Rand des nach hinten verlängerten Kopfschildes kaum überragen. Sie nehmen nach hinten an Länge etwas ab und bestehen aus einem undeutlich dreigliedrigen Basaltheil (Taf. I, Fig. 7 *a*), welcher sich nach aussen in zwei lange schmale Ruderäste theilt (*b*). An der Stelle, wo die Theilung vor sich geht, entspringt an den drei ersten Fusspaaren noch ein dritter ähnlich gestalteter Ast, welcher jedoch eine ganz andere Richtung, nämlich nach innen und hinten verfolgt (*c*). An den zwei ersten Fusspaaren hat er fast die Länge der beiden Endäste, am dritten Fusspaare ist er jedoch viel kürzer (Fig. 8 *c*) und fehlt am letzten Fusspaare gänzlich. Der hintere Rand des Basaltheiles ist bei allen mit zwei rundlichen vorragenden Lappen besetzt, von denen der nach innen gelegene den äussern an Grösse übertrifft. Namentlich zeichnen sich die innern Lappen am letzten Fusspaare durch ihre bedeutende Grösse und fast halbkreisförmige Form aus (Taf. I, Fig. 9). Sie stossen an ihrem innern Rande, wo sie gewöhnlich mit einem kleinen Stachel (*d*) bewehrt sind, beiderseits zusammen und bedecken von unten den Anfang der Schwanzflosse. Sowohl die Ruderäste als auch die erwähnten blattförmigen Fortsätze sind an ihrem Hinterrande mit Fiederborsten besetzt.

II. Hautbedeckung.

Man bemerkt hier nach aussen zuerst eine durchsichtige structurlose Membran, die Chitinhaut. Dieselbe ist an der Oberfläche entweder glatt oder höchstens etwas gerunzelt bei *Gyropeltis longicauda*, bei *G. Kollari* jedoch rauher und sogar mit stachelartigen Verlängerungen, namentlich an der Unterseite des Thieres besetzt. Sie ist meistens dünn, nur an einzelnen Stellen verdickt und zu wahren Leisten erhärtet, wodurch eine Art Skelet gebildet wird. Solche Leisten finden sich namentlich in der Nähe des Mundes stark ausgeprägt. — Zwei von ansehnlicher Stärke verlaufen hier von vorn nach hinten, indem sie sich zugleich nach hinten einander nähern. An sie schliessen sich mehrere Quer- und Seitenleisten an, wodurch

ein eigenthümliches Gerüste entsteht, mit welchem die starken Kieferfüsse und die andern Mundwerkzeuge sich verbinden, von dem ferner die ansehnlichen für den Kauapparat bestimmten Muskeln entspringen. Eine besonders starke Leiste zieht sich in einiger Entfernung vom äusseren Rande des Schildes hin und dient wie ein Rahmen zur Stütze desselben und zur Befestigung vieler von innen an ihn tretenden Muskeln. — Zwei andere treten am inneren Rande des Seitenschildes nach hinten.

Unter der Chitinhülle erscheint eine zellige Schichte. Blos am äussersten Rande der Scheibe und der Schwanzlappen findet man einen bei 0·2 Millim. breiten lichten Saum, einzig aus dem Chitinoberhäutchen gebildet. Ebenso bestehen die Fiederchen der Borstenanhänge an den Füssen blos aus Chitin. An allen übrigen Stellen findet sich die erwähnte Zellenschichte. Die Zellen sind rund, bei 0·012 Millim. gross, mit einem gelblichen feinkörnigen Inhalt. Einzelne grössere Zellen findet man zerstreut, namentlich in dem hintern Abschnitte des Körperschildes, ganz vorzüglich aber in den Schwanzlappen. — Die zellige Schichte setzt sich auch da, wo der Chitinüberzug äussere Fortsätze und Verlängerungen bildet, in dieselben fort, so an den borstenähnlichen Anhängen der Füsse, an den Hakengliedern der Kieferfüsse, an den Mandibeln.

Mit den Zellen kömmt gewöhnlich ein reichliches schwarzes Pigment vor, das sich an einzelnen Stellen besonders anhäuft und dann schon äusserlich sichtbare dunkle Flecke und Zeichnungen bildet, so bei *Gyropeltis longicauda* eine schwarze Zone innerhalb des lichten Randsaumes, an den hintersten Fusslappen, in der Schwanzflosse.

III. Muskelsystem.

An die Leisten der Chitinhaut heften sich nun vorzugsweise die Muskeln. Ihre Anzahl ist ziemlich bedeutend. Man kann sie der leichtern Übersicht wegen abtheilen in die Muskeln, welche für den Kau- und Haftapparat bestimmt sind; in solche, welche zu den Schwimmfüssen und der Schwanzflosse gehen und endlich in jene, welche zum Scheibenrande des Cephalothorax verlaufen. Unter den ersteren zeichnen sich besonders jene durch ihre Stärke und Anzahl aus, welche für den zweiten Kieferfuss bestimmt sind. Auch kann man ein einfaches, blos aus 15—20 Muskelfasern bestehendes Bündel von

innen nach vorne und aussen zu jedem Auge verfolgen, wo sich dasselbe am Umfange der Kapselhaut inserirt. Erwähnen will ich ferner noch einen doppelten, nach vorne verlaufenden Muskelstrang, welcher sich beiderseits gegen den vordern Rand hin begibt.

Die Muskeln der Ruderfüsse entspringen zu den beiden Seiten des Thorax und verlaufen als gesonderte Primitivbündel nach aussen, wo sie sich in verschiedenen Abständen inseriren. Besonders gross ist die Anzahl der Muskelbündel, welche vom letzten Thoraxsegmente ihren Ursprung nehmen und von hier aus sowohl zu dem letzten Ruderfusse und dessen hintern grossen lamellösen Anhängen, als auch nach hinten zu der Schwanzflosse sich ausbreiten.

Unmittelbar hinter dem dritten Kieferfusspaar und von dem Seitenaste des Magens bedeckt, bemerkt man einen breiten Zug von Primitivbündeln nach aussen gehen, wo derselbe alsobald beiderseits in eine vordere und hintere Hälfte zerfällt und alsdann radienartig die einzelnen Bündel gegen die Peripherie ausstrahlen lässt. — Andere Primitivbündel entspringen von den zwei innern, im Seitenschilde nach hinten ziehenden Chitinleisten und verhalten sich in ihrem Verlaufe nach der Peripherie ganz so wie die vorigen.

Sehr interessant ist die Spaltung und Verästlung der Primitivbündel, wie man sie sehr gut beobachten kann an den durchsichtigen zahnartigen Verlängerungen des dritten Kieferfusses, in den Ruderästen der Schwimmfüsse, an den hintern Lappen des letzten Fusspaares, in der Schwanzflosse und am Scheibenrande. Nachdem ich bei der Beschreibung der Respirationsorgane auf die Structur der Schwanzflosse und hintern Fusslappen noch einmal zurückkomme, will ich mich hier blos auf die Schilderung der Verhältnisse der Primitivbündel am Scheibenrande beschränken.

Sobald die einzelnen Primitivbündel aus einander getreten sind, verlaufen sie in divergirender Richtung gegen den Rand der Scheibe. Sie sind hier anfangs 0·0082 bis 0·0134 Millim. stark, quergestreift, zeigen jedoch auch deutliche Längsstreifung, so dass sie wie aus vielen parallel neben einander gelagerten feinen Fibrillen zusammengesetzt erscheinen (Taf. I, Fig. 15). Anfänglich laufen sie ziemlich gestreckt, theilen sich ein oder mehrmals dichotomisch und erst in der Nähe des Randes unmittelbar vor der hier rings verlaufenden Chitinleiste löst sich jeder Ast in mehrere Zweige auf, welche als 0·0054 Millim. dünne helle Fäden erscheinen, an denen sich keine

Querstreifung mehr zeigt. Diese spalten und verästeln sich im weitern Verlaufe abermals und setzen sich theils an die Chitinleiste, theils ausserhalb derselben an die Haut an, wo man die zahlreichen Ansatzpunkte der feinsten Fibrillen als kleine ovale Punkte bemerkt. — Der äusserste Randsaum hat keine Fasern mehr, sondern ist vollkommen durchsichtig und, wie oben bemerkt, aus der Chitinhaut allein gebildet. — Neben den vorerwähnten radiären Muskeln gibt es im Seitenschilde auch solche, welche mit den vorigen sich kreuzen und mehr einen Längsverlauf haben. Auf diese Weise wird es wahrscheinlich, dass das Thier seinen Schild wie einen Saugnapf zu benützen vermag, mit dem es sich an glatte Gegenstände festsaugen kann.

IV. Verdauungsorgane.

Die äussern Mundtheile erscheinen in Form eines kurzen, konischen Rüssels. Derselbe liegt zwischen und etwas vor dem zweiten Kieferfusspaare (Taf. I, Fig. 2 *b*). Er wird zusammengesetzt aus einer Oberlippe, zwei starken Mandibeln und einer Unterlippe (Taf. I, Fig. 12, 13). Die Oberlippe (Fig. 12 *a*) ragt ziemlich weit hervor, ist an ihrem vordern Rande breit und in der Mitte ausgeschweift und verschmälert sich nach hinten allmählich. Eine dünne, zarthäutige, vorn geschweifte und fein gekerbte Hautlamelle setzt sich über ihren vordern Rand noch etwas hinaus und scheint dem Thiere beim Sauggeschäft förderlich zu sein. Von der Oberlippe bedeckt ragen zwei starke, etwas gekrümmte, säbelartige, den Mandibeln entsprechende Stücke nach innen (Taf. I, Fig. 13 *a*). Dieselben sind an ihrem vordern convexen Rande mit 30—40 spitzen Zähnchen besetzt (Fig. 14 *a*) und zeigen in ihrem Innern die Umrisse ganz gleich gestalteter und kleinerer Mandibel (*c*), welche wahrscheinlich, wie dies bei den Kieferfüssen auch der Fall ist, bei der Häutung des Thieres an die Stelle der alten als Ersatz treten. — Jedes Stück verbreitert sich nach aussen etwas und endigt nach hinten und innen mit einem zackenartigen Fortsatze (*b*), an welchen sich starke Muskeln inseriren. Eine nach hinten breitere und seitlich umgebogene, nach vorn sich verschmälernde Chitinleiste dient als Stütze und Träger dieser Mandibeln (Fig. 13 *b*). Nach hinten legt die Unterlippe in Form einer bogenförmigen Hautplatte sich an (Fig. 12 *b*). Nach der Form der eben beschriebenen Mandibel dürfte ihre Wirkung die einer Bogensäge sein, indem das stark angeklammerte Thier durch Ein- und

Auswärtsbewegung derselben seinem Wohnthier eine Wunde beibringt, aus der dann das Blut eingesaugt wird.

Die Speiseröhre geht bogenförmig in den ovalen Magen über. Dieser setzt sich so wie bei *Argulus* beiderseits in einen Seitenast fort, von dem sich wieder jeder im Seitenschild blinddarmartig verzweigt. Der Darm, anfangs weit, verschmälert sich gegen die Schwanzflosse hin ziemlich schnell und endet im Grunde ihrer hintern Ausbuchtung mit einem After.

Man unterscheidet an dem Darmcanale eine äussere Muskelschichte aus quergestreiften Längs- und Ringsmuskeln. Die Längsmuskeln bilden in einiger Entfernung neben einander verlaufend durch Verbindungsäste ein grobes Netz.

In die Seitenverzweigungen des Magens konnte diese Muskelschichte nicht verfolgt werden, ebenso fehlte sie am verengerten Endtheile des Darmes. Unter ihr findet sich eine Zellenschichte und nach innen eine homogene Chitinhaut. — Schwarzes Pigment ist namentlich in der Zellenschicht der peripherischen Magenverästlung angehäuft und bildet daselbst schon äusserlich sichtbare dunkle Flecke.

V. Nervensystem und Sinnesorgane.

Über dem Schlunde entdeckt man leicht eine gangliöse Anschwellung von birnförmiger Gestalt mit einem aufsitzenden schwarzen Pigmentfleck, der hier mehr langgestreckt und schmal ist (Taf. I, Fig. 16). Seitlich gehen von diesem Hirnganglion die beiden Sehnerven nach vorne.

Über das peripherische Nervensystem konnte ich mir bei meinen Exemplaren leider keine gesicherte Anschauung verschaffen.

Von Sinnesorganen kommen ausser den schon oben angeführten Tastwerkzeugen nur Augen vor. Dieselben liegen nach vorn auf der obern Fläche des Schildes, von der glatten Oberhaut überzogen. Sie sind in besondern Kapseln eingeschlossen und können durch eigene zu ihnen tretende Muskeln bewegt werden. Die lichtbrechenden Körper haben eine konische Gestalt und ragen mit ihrem obern breitern und abgerundeten Ende ziemlich weit aus dem Pigmente hervor. An jedem Krystallkegel (Taf. I, Fig. 17) kann man einen mittlern Theil, den eigentlichen lichtbrechenden Krystallkörper, und eine äussere Hülle unterscheiden. Jener liess bei allen eine

leichte Längsstreifung bemerken. Die Hülle ist häutig, umgibt den Körper nach hinten blos locker und setzt sich daselbst in Form eines durchsichtigen Bechers noch über denselben ein Stück weit fort. Sie ist nach vorn an den Seitenecken dicker, verdünnt sich jedoch gegen die Mitte wieder und zeigt eine undeutlich faserige Structur.

VI. Circulations- und Respirationsorgane.

Über das Centralorgan des Gefässsystems und seine Verhältnisse liess sich hier nichts deutlich mehr eruiren. Doch zweifle ich nicht, dass es sich ähnlich wie bei *Argulus* verhalten wird.

Als Respirationsorgane betrachte ich die grossen runden lamellösen Fortsätze am hintern Rande der Ruderfüsse, namentlich der letzten, so wie die Schwanzflosse.

Die Schwanzflosse wurde bereits von Leydig[1]) bei *Argulus* als das vorzüglichste Respirationsorgau dargestellt. *Gyropeltis* zeigt nun einen sehr analogen Bau. Man findet besonders bei *G. longicauda*, wo die beiden Lappen der Flosse sehr lang sind, eine grosse Anzahl von Muskelprimitivbündeln zu denselben hingehen und in ihnen sich mannigfach verästeln und zertheilen. Nebst diesen Längsmuskeln bemerkt man noch hier eine selbstständige Schichte von Quermuskelbündeln, die von einem Rande zum andern laufen (Taf. I, Fig. 17). Auf diese Weise entsteht nun ein reiches Muskelnetz, zwischen dem einzelne grössere Zellen und Pigment abgelagert sind, nebstdem aber zahlreiche grosse Lückenräume übrig bleiben, in denen eine grosse Quantität von Blut circuliren kann.

Die hintern lamellösen Anhänge des letzten Fusspaares müssen jedenfalls auch als kiemenartige Organe betrachtet werden, welche einen wesentlichen Antheil an dem Unwandlungsprocesse des Blutes nehmen. Betrachtet man ihren Bau, so sieht man ebenfalls durch zahlreich eintretende Muskelprimitivbündel und deren wiederholte Theilung und Verästlung ein ähnliches Muskelnetz in ihnen hergestellt, zwischen denen ebenfalls zahlreiche, wenn auch kleinere Lückenräume sich vorfinden.

Die an den drei ersten Fusspaaren nach innen gerichteten geisselartigen Ruderäste sind als besondere Hilfsorgane der Respiration

[1]) Über *Argulus foliaceus*. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Band II, p. 337.

anzusehen, da sie gewiss dazu dienen, um durch eine beständige Bewegung die Erneuerung des Wassers zu fördern.

VII. Geschlechtsorgane.

A. Weiblicher Geschlechtsapparat.

Derselbe besteht aus einem unpaaren länglichen, schlauchartigen Eierstocke (Taf. I, Fig. 2 *f*), welcher unter dem Darmcanale von den hintern Kieferfüssen bis an die Basis der Schwanzflosse sich erstreckt, wo er mit einer kleinen runden Öffnung ausmündet. — In den Wandungen sind deutliche quergestreifte Muskeln nachzuweisen, so wie sich auch in der Rückenwand die charakterischen von Leydig[1]) bei *Argulus* vorgefundenen sternförmigen Pigmentablagerungen erkennen lassen.

Der Eierstock war bei den meisten Weibchen mit Eiern dicht angefüllt. — Sie hängen daselbst in unregelmässigen Klumpen zusammen, wahrscheinlich durch eine ursprünglich klebrige Masse verbunden. — Die Eier (Taf. I, Fig. 19) haben eine bräunliche Farbe, ihre Form ist im Allgemeinen oval, durch gegenseitigen Druck sind dieselben an ihren Seiten jedoch verschieden abgeplattet, so dass die Eiform manchmal eine mehr weniger polygonale wird. Die Länge eines vollkommen ausgebildeten Eies mass in der Länge 0·51 Millim., in der Breite 0·22 Millim. Die Eihülle ist sehr dick und man kann an ihr eine innere, aus einer dünnen homogenen Membran bestehende Schichte, welche den Inhalt unmittelbar umgibt, die Dotterhaut (*b*) und eine äussere, die Schalenhaut (*a*) unterscheiden. Letztere ist bräunlichgelb, durchsichtig, an verschiedenen Stellen verschieden dick in Folge des gegenseitigen Druckes. Sie lässt eine schichtenweise Ablagerung erkennen. Ihre Oberfläche ist nicht vollkommen glatt, sondern runzlig gefaltet. Der dunkle Inhalt besteht aus einer grossen Anzahl runder gelber Dotterkugeln von verschiedener Grösse.

An der Basis der Schwanzflosse findet man beiderseits die runden stark pigmentirten Behälter (Taf. I, Fig. 11 *a*), welche schon mit blossem Auge als zwei schwarze Flecke bemerkt werden und von denen jeder mit einem Ausführungsgange (*b*) nach innen auf einer spitzen dreieckigen Papille (*c*) mündet. Diese schon von Jurine[2]),

---

[1]) L. c. pag. 339, Taf. XX, Fig. 10.

[2]) Memoire sur l'Argule foliacé par M. Jurine fils. Annales du Museum d'histoire naturelle. Tom. VII, pag. 431.

dessgleichen von J. Dana[1]) bei *Argulus* bemerkten Körper wurden erst von Leydig[2]) in ihrer wahren Bedeutung als Samenkapsel (*receptacula seminis*) erkannt.

B. Männlicher Geschlechtsapparat.

Die Hoden sind schon äusserlich am Anfange der beiden Schwanzhälften durch ihre weissliche Farbe erkennbar. Jeder Hode stellt eine nach hinten gelappte Drüse dar. Die einzelnen schlauchartigen Drüsenlappen, deren bei *Gyropeltis Kollari* drei (Taf. II, Fig. 1 *a*), bei *G. longicauda* (Taf. I, Fig. 10 *a*) zwei neben einander liegen, münden nach vorn jederseits zusammen und gehen in einen gemeinschaftlichen Ausführungsgang (*vas efferens*) (*b*) über. In der Umgebung der Hoden sieht man bei *G. Kollari* mehrere sehr grosse, bei 0·064 Millim. messende Zellen (Taf. I, Fig. 20) mit bläschenförmigem Kerne und feinkörnigem Inhalt. Ferner kann man auch hier die eigenthümlichen, von Leydig[3]) als Drüsen beschriebenen, mit einem langen Ausführungsgange versehenen Blasen sehr gut beobachten. Sie sind ziemlich gross, haben einen feinkörnigen Inhalt und münden mit ihrem langen Ausführungsgange frei an der Oberfläche (Taf. I, Fig. 21).

Der aus jedem Hoden tretende Ausführungsgang läuft nach vorn und oben zu der über dem Darmcanal liegenden braungefärbten Samenblase, aus welcher wieder zwei, ziemlich weite, ebenfalls braun gefärbte Ausführungsgänge (*ductus deferentes*) nach unten und hinten gehen, um an der Basis der Schwanzflosse nach aussen zu münden. Die nach vorn zur Blase tretenden *Vasa efferentia* waren stark pigmentirt, Samenblase und *ductus deferentes* mit einer braunen, spröden Masse strotzend angefüllt.

Als Copulationsorgane findet man beim Männchen am vordern Rande des 4. Fusspaares an der Theilungsstelle in seine beiden Ruderäste einen Höcker (Taf. I, Fig. 9 *c*), der an seiner Oberfläche kleine Wärzchen trägt. An dem hintern Rande des 3. Fusspaares entspricht diesem Höcker eine dreieckige, mit einem dunkel pigmentirten Häutchen ausgekleidete Vertiefung. An demselben Fusspaare, und zwar an seinem Basaltheile beobachtet man nebstdem nach vorn eine knopfartige, auf einem dicken Stiele sitzende Anschwellung,

[1]) L. c. pag. 303, Fig. l. r.

[2]) L. c. pag. 340, Taf. XIX, Fig. 56, Taf. XX, Fig. 9.

[3]) L. c. pag. 325, Taf. XX, Fig. 2 g und Fig. 7 c.

welche auf ihrer Oberfläche mit zierlichen warzenförmigen Höckerchen besetzt ist. Ähnliche knopfförmige Organe wurden von Gerstaeker[1]) an den Füssen der Weibchen von *Gangliopus pyriformis* Gerst. beobachtet. — Unmittelbar neben demselben nach aussen ragt ein zapfenförmiger Fortsatz nach oben und innen (*b*). Auch er zeigt eine warzige Oberfläche. In beide Organe setzt sich die Zellenschicht der Cutis hinein.

VIII. Systematik.

Über die systematische Stellung unseres Thieres kann wohl kein Zweifel sein. Es gehört in die Familie der Argulinen. Von dem bisher allein bekannten Genus *Argulus* unterscheidet es sich durch folgende charakteristische Merkmale: An der Stelle der vordern grossen Saugnäpfe findet man zwei grosse, kräftige Hakenfüsse; der Mund ist mehr nach vorn gelagert und erscheint in Form eines kurzen, dicken Rüssels, gebildet durch eine Ober- und Unterlippe, zwischen denen zwei starke, säbelartige, am vordern Rande gezähnte Mandibeln horizontal nach innen gerichtet sind. Der bei *Argulus* vor dem Munde gelegene, in einer eigenen Scheide steckende Stachel fehlt hier gänzlich. Die Schwimmfüsse haben auch am dritten Paare einen nach innen gerichteten, obgleich kurzen Ruderanhang. Die Hoden, bei den Männchen an der Basis der Schwanzlappen liegend, sind nach hinten gelappt.

Die Diagnose des neuen Genus *Gyropeltis* dürfte demnach am zweckmässigsten auf folgende Weise lauten:

„Cephalothorax scutiformis, postice in duas alas excurrens, corpus inter se excipientes. Oculi duo compositi, superi, distantes. Antennae quadriarticulatae, sub cephalothorace reconditae. Os in rostrum breve conicum productum, mandibulis in margine anteriori serratis instructum. Aculeus ab ore anterius vergens nullus. Pedum maxillarium tria paria, quorum secundum juxta rostrum situm, non acetabuliforme sed unco valido terminatum est. Pedum trunci paria quatuor, singulis in duos remos fissis, setis ciliatis ornatis, praeterea tribus anterioribus cirro aeque ciliato introrsum vergente instructis. Testes in maribus postice lobati. Cauda biloba.

---

[1]) Archiv für Naturgeschichte, XX. Jahrgang, 1. Band. pag. 191, Taf. 7. Fig. II.

Gyropeltis longicauda nov. spec.

Taf. I, Fig. 1—19.

Cephalothorax suborbicularis, supra convexiusculus, infra concavus, ad marginem limbo pellucido, tenui, zonam aliam nigrescentem includente cinctus, laeviusculus. Pedes maxillares primi paris ad basim articuli primi spina sat magna armati. Articulus basalis pedum maxillarium tertii paris in margine posteriori dentibus tribus conicis instructus. Cauda biloba, lobis longissimis acuminatis.

Longit. corporis sine cauda = 12 Millim.
Longit. c. cauda = 28 „
Latitud. = 11 „

Diese Art wurde von Johann Natterer in Brasilien auf den Kiemen von *Hydrocyon brevidens* Cuv. gefunden. — Der scheibenförmige Cephalothorax ist fast vollkommen kreisrund, nur nach vorn etwas vorspringend (Taf. I, Fig. 1 *e*). Die Oberfläche ist namentlich in seiner vordern Hälfte ziemlich gewölbt. Rings um den Rand der Scheibe bemerkt man einen schmalen, dünnen hellen Saum (*a*), innerhalb dessen sich eine gleichfalls schmale, jedoch dunkle Zone (*b*) kreisförmig hinzieht. An dem hellen Saume kann man wieder eine nach aussen gelegene, ganz durchsichtige Hälfte, gebildet von dem Chitinoberhäutchen allein, unterscheiden, so wie eine innere Hälfte, in welcher sich eine zarte baumartige Verästlung bemerken lässt, herrührend von der letzten Verzweigung und der Insertion der feinsten peripherischen Muskelfibrillen.

Die innerhalb jener liegende dunkle Zone entspricht dem Verlaufe der oben erwähnten starken Chitinleiste, längs welcher viel Pigment abgelagert ist. Innerhalb dieser dunklen Zone fallen am Seitenschild einige halbmondförmige, mit der Convexität nach aussen gerichtete schwarze Flecke (*c*) in die Augen, welche von dem in den seitlichen Magenverästlungen vorhandenen reichlichen Pigmente bedingt sind. Der Raum zwischen der Ursprungsstelle der beiden vordersten Klammerfüsse ist ziemlich breit. Die vorderen Klammerfüsse haben blos an ihrer Basis einen starken nach hinten und innen gerichteten Stachel (Taf. I, Fig, 3 *f*). Die an der Basis des dritten Kieferfusspaares (Fig. 5 *c*) so wie an der untern Fläche des Thorax befindlichen zahnartigen Fortsätze sind spitz. Die Haut ist auf der

obern Fläche ganz glatt, an der untern Fläche zeigen sich stellenweise, namentlich an dem hintern Kiefer und den Schwimmfüssen ganz kleine Runzeln oder Wärzchen. Der Thorax nicht deutlich gegliedert. Charakteristisch sind jedoch ganz besonders für diese Art die langen spitzen Schwanzlappen (Fig. 1 *g*). Dieselben sind wenigstens ein und ein halbmal so lang als der übrige Körper. Sie entspringen etwas verschmälert von dem kurzen Abdomen, werden dann plötzlich breiter, um alsdann allmählich wieder gegen ihre Spitze hin sich zu verjüngen. An ihrem breitern Theile sind sie gegen den innern Rand hin, namentlich bei den Weibchen, dunkler pigmentirt, sonst graulichweiss. Der übrige Körper hat eine mehr dunkel aschgraue Färbung.

Gyropeltis Kollari nov. spec.

Taf. I, Fig. 20, 21; Taf. II, Fig. 1—3.

Cephalothorax obcordatus, ora marginali nigrescente nulla. Pedes maxillares primi paris ad articulum secundum in margine posteriori dente acuto instructi. Articulus basalis pedum maxillarium tertii paris postice dentibus tribus, brevibus, obtusis armatus. Testa scabriuscula, praesertim ad superficiem inferiorem spinulis recurvis armata. Cauda in duos divisa lobos, breves, obtusiusculos.

Longit. cephalothorac.	= 10	Millim.
Longit. cauda simul sumta	= 12	„
Latitud.	= 9	„

Diese Art unterscheidet sich sehr leicht von der vorigen durch die Kürze der Schwanzlappen, welche nach hinten nicht zugespitzt, sondern abgerundet sind. Der schildförmige Cephalothorax ist nach hinten am breitesten und verschmälert sich nach vorne bedeutend, so dass eine umgekehrt herzförmige Gestalt des Körperschildes entsteht. Die dunkle Zone am Rande mangelt. Die Haut an der obern Fläche des Schildes ziemlich glatt, trägt an der untern Fläche, namentlich am vordern Rande in der Gegend zwischen den vordern Klammerfüssen so wie am Seitenrande viele spitze nach hinten gerichtete Stacheln. Die vorderen Klammerfüsse sind am hintern Rande des Hakengliedes mit einem spitzen Zahne versehen (Taf. II, Fig. 3). Die zahnartigen Fortsätze an dem Basalstück des dritten Kieferfusses so wie an der untern Fläche des Thorax sind stumpf, abgerundet, kurz. An dem Thorax ist eine Gliederung in vier Abschnitte viel

deutlicher als in der vorigen Species. Die Hautfarbe ist graulichweiss.

Diese Art wurde ebenfalls von Natterer in Brasilien gesammelt. Wohnthier unbekannt.

Die nun folgenden Arten gehören zu dem Geschlechte *Argulus*. Man kannte bisher mit Sicherheit nur zwei Species, nämlich *A. foliaceus* und *A. catostomi*. Diese beiden erfreuten sich jedoch seit jeder der grössten Aufmerksamkeit der Naturforscher und wir besitzen durch die Untersuchungen von Jurine und C. Vogt[1]) und namentlich durch die ausgezeichnete jüngste Abhandlung von Leydig über *Argulus foliaceus*, sowie von Dana und Herrich[2]) über den *Argulus catostomi* eine vollkommene Kenntniss über die Anatomie und Entwicklungsgeschichte dieser Thiere. In neuester Zeit wurde eine dritte *Species — A. Pugetensis* von J. Dana[3]) bekannt gemacht.

Argulus Nattereri Kollar.

Taf. II, Fig. 4—12.

Cephalothorax disciformis, suborbicularis, lobo frontali paulum prominente. Testa scabriuscula. Pedes maxillares primi paris in articulo secundo antice posticeque spinam gerentes, illi tertii paris in articulo primo postice dentibus tribus sat longis, obtusiusculis armati. Cauda brevissima, inter alas disci posteriores vix prominens.

Longitud. = 12 Millim.
Latid. = 13 „

Der Cephalothorax ist sehr abgeplattet, fast kreisförmig. An seinem vordern Rande ragt ein mittleres, bei 5 Millim. breites,

---

[1]) Neue Denkschriften der allgemeinen Schweizerischen Gesellschaft für die gesammte Naturwissenschaft. Band VII, 1845, pag. 3—16, Taf. I, Fig. 1—12.

[2]) L. c. — Auf der beigegebenen Tafel bemerkt man auf Fig. 1 hinter dem vorspringenden Mundkegel ganz deutlich die Bauchganglienkette mit den davon entspringenden Nerven abgebildet. Sie bildet fünf hinter einander liegende Ganglien, die unmittelbar an einander stossen; sie haben eine fast viereckige Gestalt und nehmen nach hinten allmählich ab. Das letzte Ganglion ist sehr klein und herzförmig. Ganz damit übereinstimmend verhält sich das Bauchnervensystem bei *Argulus foliaceus* nach Leydig. Ich glaubte hier besonders darauf aufmerksam zu machen, weil Dana bei der Beschreibung (pag. 303) diese Gebilde nicht als zum Nervensystem gehörig, sondern für ein Herz oder wenigstens als ein mit dem Herzen in nächster Beziehung stehendes Organ deutete.

[3]) Conspectus crustaceorum, quae in orbis terrarum circumnavigatione . . . . lexitet descripsit. Tom. II, pag. 1351, tab. 94, Fig. 29.

abgerundetes Stück mehr hervor. Es entspricht dem eigentlichen Kopfschilde und hängt zu jeder Seite durch eine zarte Hautbrücke mit dem flügelartigen Seitenschilde zusammen. Auf der mittlern Abtheilung verlaufen zwei starke Chitinleisten von vorn nach hinten und zwar so, dass sie sich gegen die Mitte hin nähern, während sie nach hinten hin wieder aus einander weichen und eine X förmige Gestalt erzeugen. Rings um den ganzen Rand der Scheibe läuft ein 1 Millim. breiter, heller, dünner Saum, der nach vorn an dem vorspringenden Mittelstücke sich etwas verschmälert. Innerhalb desselben folgt eine fast gleich breite, dunkler pigmentirte Zone. — Die Schwanzflosse ist äusserst klein und kurz und wird von den Seitenlappen des Schildes nach hinten fast überragt.

Die Haut ist warzig rauh und mit kleinen dornigen Fortsätzen besetzt, die an einzelnen Stellen ziemlich lang sind, so an der obern Fläche der Scheibe. Die Hautfarbe ist graulichweiss.

Die vordern Klammerfüsse (Taf. II, Fig. 6) liegen seitlich in Gruben hinter dem Stirnrande und bestehen aus einem ziemlich grossen, fast viereckigen Basalgliede, welches nach hinten mit einem stumpfen Zahne besetzt ist, ferner aus einem spitzen einwärts gekrümmten Hakengliede, welches sowohl an seinem vordern als hintern Rande ein spitzes Zähnchen trägt. Die Palpe ist dünn, borstenförmig, zweigliederig. Die Antenne, viergliederig, hat ein dickes, in der Mitte etwas eingeschnürtes Basalglied, das nach hinten mit einem feinen Stachel bewehrt ist, die folgenden Glieder sind dünn, nach aussen an Länge abnehmend, jedes ist an seiner Spitze mit einigen feinen Börstchen besetzt. — Das zweite Kieferfusspaar erscheint in Form zweier grosser becherartiger Saugnäpfe. Unmittelbar hinter diesen, jedoch der Mittellinie etwas genähert, entspringt das dritte Kieferfusspaar (Fig. 7), welches fünfgliederig ist. Das erste Glied ist kurz und dick, auf der untern Seite mit 5—6 einzelnen rauhen Wärzchen und am Hinterrande mit drei langen, fingerförmigen, rückwärts gerichteten stumpfen Zähnen bewaffnet. Das zweite Glied ist lang, keulenförmig und am äussern Drittel mit zahlreichen feinen Spitzen besetzt. Die drei folgenden Segmente, welche cylindrisch sind und an Länge abnehmen, je weiter nach aussen sie liegen, sind ebenfalls an ihrer Oberfläche rauh und enden mit zwei kurzen Klauen. — Die vier Schwimmfusspaare nehmen nach hinten an Länge etwas ab und erreichen den Rand des Seitenschildes bei weitem nicht.

Sie sind an ihrer Oberfläche sehr rauh durch zahlreiche kleine Wärzchen, welche wieder mit feinen Stacheln versehen sind (Fig. 11, 12). Sonst sind sie ähnlich beschaffen wie bei *Argulus foliaceus.*

Etwas hinter der Mitte zwischen der Einfügungsstelle der beiden hintern Kaufüsse liegt der Mund als ein frei nach hinten gerichteter keulenförmiger Vorsprung (Taf. II, Fig. 8). An demselben unterscheidet man eine Oberlippe (*d*), eine Unterlippe (*g*) und zwischen denselben zwei gezähnte Mandibel (*f*). An der Oberlippe ist der vordere Rand in der Mitte tief ausgerandet, mit einer vorspringenden zarten Saugplatte gesäumt, nach beiden Seiten hin aber mit zwei runden, gewölbten Vorsprüngen (*e*) versehen, so wie sich auch weiter nach hinten noch zwei stärkere, besonders nach aussen vorspringende ohrförmige Fortsätze bemerkbar machen. — Die beschriebene Gestalt der Oberlippe und ihrer Fortsätze wird wesentlich durch mehrere Chitinleisten hergestellt, zwischen denen die dünnere Chitinhaut ausgespannt ist.

Dieses ziemlich complicirte Chitingerüste verhält sich bei genauerer Betrachtung auf folgende Weise. Vom Rücken des Mundkegels laufen vier ziemlich starke Chitinbalken nach vorn zur Oberlippe. Die äusseren (*a*) schwellen nach vorne bedeutend an, wobei sie zugleich nach aussen etwas vorspringen und bilden beiderseits für die Mandibel eine Art Gelenkkopf (*c*). Sie setzen sich ferner hier durch einen Verbindungsast mit den innern stärkern Balken (*b*) in Verbindung. Diese laufen noch etwas weiter vorwärts, wo sie sich in zwei Äste zerspalten. Der innere Ast geht convergirend nach vorn, stösst in der Mitte der Oberlippe mit dem der andern Seite zusammen und biegt sich alsdann unter ziemlich spitzem Winkel längs dem Vorderrande der Oberlippe nach aussen und hinten, wo er sich wieder dem äussern Aste nähert, der in einem einfachen Bogen nach hinten sich wölbt. Unter diesem kuppelförmigen Gewölbe liegen nun beiderseits die Mandibel (*f*) als sichelartig gekrümmte, am Rande spitz gezähnte Platten. Dieselben (Taf II, Fig. 9) sind nach aussen ziemlich breit und dick, fast viereckig und ruhen mit einer ausgehöhlten Fläche (*b*) auf der oben erwähnten Anschwellung der Seitenleisten. Von ihrer Aussenfläche ragt ein starker spitzer Fortsatz (*c*) nach innen, der zum Ansatz von Muskeln dient. Die beiden Mandibeln sind ferner an ihrer Spitze abgerundet und ragen weit nach hinten in die

Mundhöhle, wobei die beiden gezähnten Ränder (*d*) einander zugekehrt sind. Es findet sich auch hier im Innern der Mandibel ein zweiter kleinerer, doch ganz ähnlich geformter eingeschlossen (*e*). Die ziemlich grosse und dicke, halbmondförmige Unterlippe schliesst sich von unten her an und wird in ihrem hintern Umfange gleichfalls durch mehrere Chitinleisten gestützt (Fig. 10).

Vor dem Munde liegt zwischen den nach vorn verlaufenden starken Chitinleisten, in einer Scheide eingeschlossen, der nach vorne mit einer feinen Spitze versehene Stachel.

Diese Art wurde gleichfalls von Natterer in Brasilien und zwar an den Kiemen und auf der Körperoberfläche von *Hydrocyon brevidens* Cuv. aufgefunden.

Argulus elongatus nov. spec.

Taf. III, Fig. 1—4.

Cephalothorax obcordatus, postice parum sinuatus, truncum valde elongatum et pedes nequaquam obtegens. Testa laevis, maculis et striis nigris ad superficiem cephalothoracis et in reliquo corpore, sic etiam ad basim pedum ornata. Pedes maxillares primi paris in articulo secundo antice spinula instructi; articulus basalis pedum maxillarium tertii paris tumidus, in superficie scabriusculus, postice absque dente. Cauda biloba, lobi sat longi, lanceolati.

Long. = 10 Millim.
Lat. = 6 „

Der Cephalothorax ist nach vorn verschmälert und nach hinten am breitesten, fast umgekehrt herzförmig; die hintern flügelförmigen Fortsätze sind kurz und der Körper steht nach hinten ganz frei hervor. Die drei hintern Schwimmfusspaare sind ganz unbedeckt und ragen frei vom Körper nach aussen. Die vordern Klammerfüsse tragen am vordern Rande des hakenförmigen Gliedes ein Zähnchen. Das hinter den beiden Saugnäpfen folgende Fusspaar hat ein sehr dickes angeschwollenes, mit feinen Höckern besetztes Basalglied, ohne zahnartige Fortsätze am Hinterrande; die folgenden Glieder sind mehr cylindrisch, etwas rauh. Die beiden Lappen der Schwanzflosse sind ziemlich lang, lanzettförmig. Der Körper ist stark dunkel pigmentirt und gefleckt und längs der Mittellinie am Rücken des Thieres mit zwei schwarzen Längsstreifen geziert. Ebenso findet man am Basal-

theil der Füsse schwarze umschriebene Flecken. — Blos in einem Weibchen bekannt. Stammt ebenfalls aus Brasilien, wo es von Natterer gesammelt wurde. Wohnthier unbekannt.

Erklärung der Tafeln.

TAFEL I.

Fig. 1. *Gyropeltis longicauda* f., von der Rückenseite, mässig vergrössert; *a* der lichte Randsaum, *b* die dunkle Zone innerhalb jenes, *c* halbmondförmige dunkle Flecke am Seitenschild, *d* Augen, *e* der vorspringende vordere Rand, *f* hintere Ausbuchtung des Cephalothorax mit dem eingeschlossenen hintern Bruststück, *g* die lange zweilappige Schwanzflosse.

„ 2. Dasselbe Thier von der Bauchseite; *a* die vordern in Gruben liegenden Klammerfüsse mit den Antennen, *b* der konische Mundrüssel, *c* das zweite Klammerfusspaar, *d* das dritte Fusspaar (Kieferfusspaar), *e* die vier Schwimmfusspaare, *f* Eierstock, durch die Haut sichtbar.

„ 3. Erster Klammerfuss des Cephalothorax (stärker vergrössert); *a* Basaltheil, *b* hakenartiges Glied, *c* Palpe, *e* Antenne, *f* Stachel an der Basis.

„ 4. Zweiter Klammerfuss des Cephalothorax.

„ 5. Dritter Fuss des Cephalothorax. Erstes Glied *a* mit einer ovalen Platte, *b* an der untern Fläche und drei konischen Zähnen, *c* am Hinterrande.

„ 6. Endglied desselben Fusses, sehr stark vergrössert, mit den kurzen mit Zähnchen und Stacheln besetzten Endklauen.

„ 7. Erster Schwimmfuss; *a* Basaltheil, *b* Ruderäste, *c* accessorischer nach innen ragender Ast.

„ 8. Dritter Schwimmfuss eines Männchens; *a* knopfartige, an der Oberfläche warzige Anschwellung, *b* zapfenartiger Fortsatz, *c* accessorischer nach innen ragender Ruderast.

„ 9. Vierter Schwimmfuss eines Männchens mit den stark vorspringenden lamellösen Fortsätzen am hintern Rande (*a*, *b*), dem kleinen Höcker am Vorderrande (*c*) und einem Stachel (*d*) am inneren Basalrande.

„ 10. Vordertheil einer Schwanzflosse vom Männchen mit dem daselbst sichtbaren zweilappigen Hoden *a* und dem Anfang des Ausführungsganges *b*.

„ 11. Vordertheil einer Schwanzflosse vom Weibchen mit der runden Samenkapsel *a*, dem Ausführungsgange *b* und der äusseren Papille *c*.

„ 12. Saugrüssel in seiner natürlichen Lage; *a* Oberlippe, *b* Unterlippe.

„ 13. Derselbe mit zurückgezogener Oberlippe, um die hinter ihr liegenden Mandibel *a* zur Anschauung zu bringen, *b* hintere als Stützen und Träger der Mandibel dienende Chitinleisten.

„ 14. Ein Mandibel, stark vergrössert, mit vorderem gezähnten Rande *a*, äusserem starken Fortsatze *b* und eingeschlossenem Ersatz-Mandibel *c*.

„ 15. Verästlung der Muskelprimitivbündel am Scheibenrand. Sehr vergrössert.

„ 16. Hirnganglien mit dem aufsitzenden schwarzen Pigmentfleck.

„ 17. Ein einzelner Krystallkegel, umgeben von seiner Hülle.

Fig. 18. Ein Theil der Quermuskelschichte aus der Schwanzflosse von *Gyropeltis longicauda.*

„ 19. Ein Ei, stark vergrössert; *a* Dotterhaut, *b* Schalenhaut, *c* Dotterinhalt.

„ 20. Grosse Zellen, in dem Muskelnetz der Schwanzflosse von *Gyropeltis Kollari* zerstreut.

„ 21. Einfache mit langem Ausführungsgange versehene Drüsen, ebenfalls aus der Schwanzflosse von *G. Kollari.*

TAFEL II.

Fig. 1. *Gyropeltis Kollari*, von der Bauchfläche; *a* dreilappiger Hoden.

„ 2. Dasselbe Thier von der Rückenseite mit den äusserlich sichtbaren, nach dem Scheibenrande ausstrahlenden Muskelbündeln.

„ 3. Erster Klammerfuss desselben Thieres.

„ 4. *Argulus Nattereri*, von der Bauchseite.

„ 5. Dasselbe Thier von der Rückenseite.

„ 6. Erster Klammerfuss (1. Fuss des Cephalothorax).

„ 7. Dritter Fuss des Cephalothorax.

„ 8. Mundkegel von vorn; *ab* hintere Chitinleisten, *c* gelenkkopfartige Anschwellung der äusseren, *d* Oberlippe, *e* seitliche Hervorwölbung, *f* Mandibel, *g* Unterlippe.

„ 9. Ein Mandibel, stark vergrössert; breiterer, fast viereckiger äusserer Theil (*a*), mit der Gelenkfläche *b*, dem nach innen ragenden spitzen Fortsatz *c*, nach innen gekrümmter gezähnter Rand *d*, eingeschlossener Ersatz-Mandibel *e*.

„ 10. Unterlippe und Mundkegel, von rückwärts gesehen.

„ 11. Letzter Schwimmfuss.

„ 12. Ein Theil davon, sehr stark vergrössert.

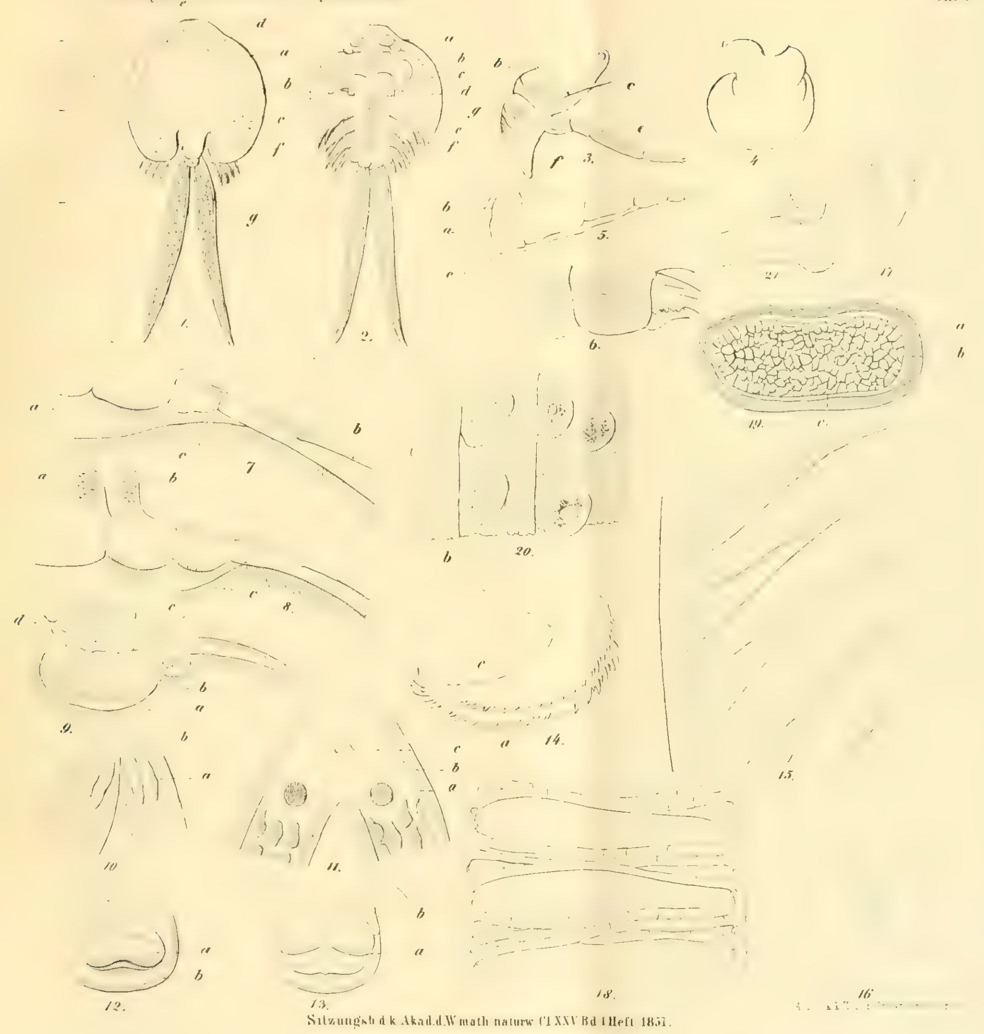
TAFEL III.

Fig. 1. *Argulus elongatus*, von der Bauchfläche.

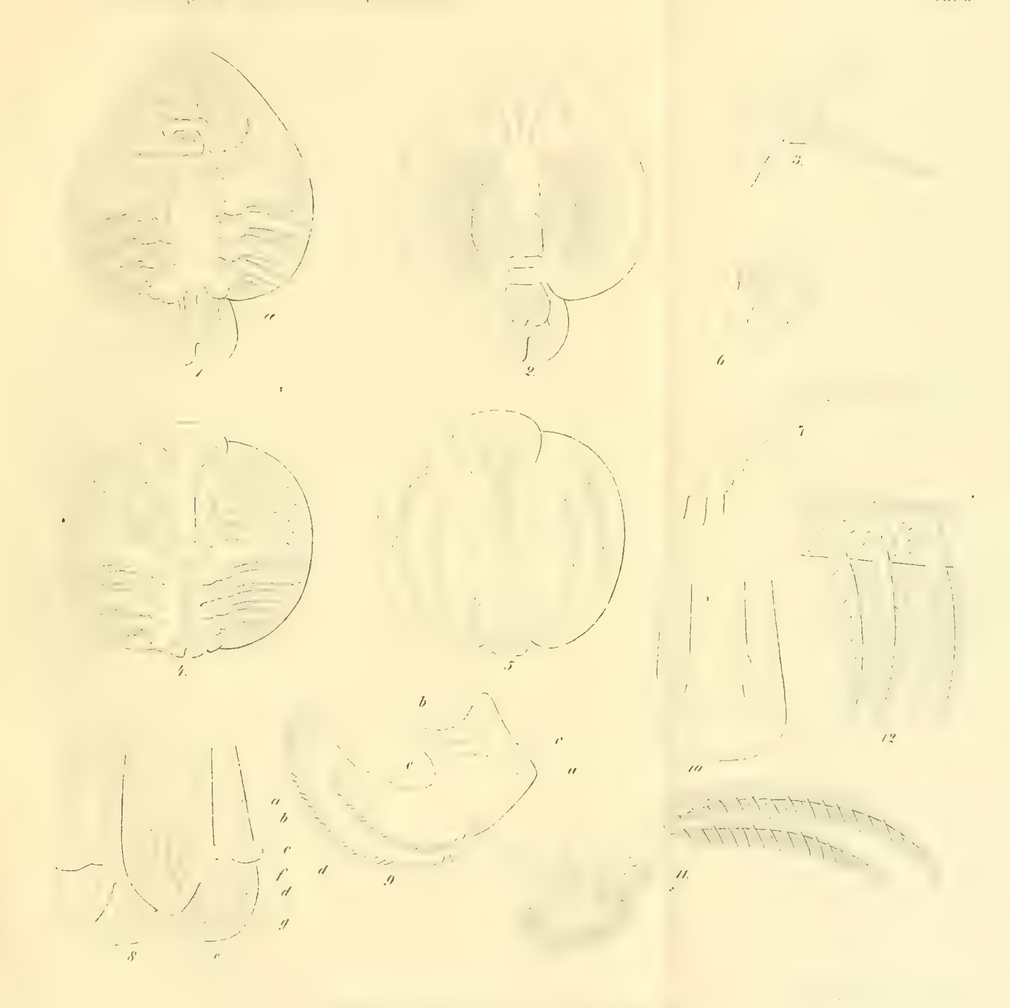
„ 2. Dasselbe Thier von der Rückenfläche.

„ 3. Erster Fuss des Cephalothorax.

„ 4. Dritter Fuss des Cephalothorax.






1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
a
b
c
d
e
f
g



Merkwürdiger Fall vorderer Verwachsung an Diplozoon paradoxum.

Beobachtet von **Dr. Camill Heller.**

(Vorgetragen in der Sitzung vom 19. Februar 1857.)

Im verflossenen Herbste untersuchte ich in dem histologischen Institute bei Herrn Professor Wedl mehrere Flussfische auf Parasiten, und fand unter andern auf den Kiemen eines *Carassius Gibelio* ein *Diplozoon* kleinerer Form. Dasselbe zeigte die merkwürdige Eigenthümlichkeit, dass es nach vorn nicht in zwei Hälften getheilt, sondern hier vollkommen einfach war (Taf. III, Fig. 5). Blos an dem vordersten Rande liess sich eine kleine mittlere Einkerbung (*a*) bemerken als Andeutung einer früher bestandenen Trennung. Der Mund (*b*) war einfach, hinter ihm konnte man die zwei seitlichen Saugnäpfe (*cc*) so wie den einfachen Darmcanal (*d*) bemerken; dagegen waren die hintern beiden Leibeshälften mit den charakteristischen Klammergerüsten vollkommen getrennt[1]). — Das Thier bewegte sich lebhaft und wurde durch mehrere Stunden von Herrn Professor Wedl und mir beobachtet.

Wiewohl ich eifrig nachsuchte, so wollte es mir seither doch nicht mehr glücken, ein gleiches Exemplar aufzufinden. — An den Kiemen von *Rhodeus amarus* Ag., welcher an demselben Orte und zu gleicher Zeit mit dem obgenannten *Carassius* gefangen wurde, fand ich noch mehrere Diplozoen, aber alle von der bekannten Form mit den doppelten Vorder- und Hinterleibshälften.

Der beobachtete Fall gehört jedenfalls zu den Seltenheiten, wenigstens geschah bis nun nirgends davon Erwähnung. Über die Genesis dürfte man sich leichter Aufklärung geben können, seit wir durch die ausgezeichneten Beobachtungen von Siebold's[2]) wissen.

---

[1]) Ein hinterer mittlerer Saugnapf, wie er bei Diporpa sich vorfindet, konnte trotz der genauesten Untersuchung nicht zur Anschauung gebracht werden.

[2]) Über die Conjugation des *Diplozoon paradoxum* nebst Bemerkungen über den Conjugations-Process der Protozoen. Zeitsch. f. wissensch. Zoologie. 3. Bd. 1851. S. 62.

dass das Doppelthier *Diplozoon* durch die Verschmelzung je zweier Individuen von *Diporpa* entsteht. Die Verschmelzung wäre hier demnach nicht auf die ursprüngliche und gewöhnliche Vereinigungsstelle an den Saugnäpfen beschränkt geblieben, sondern hätte sich über den ganzen Vorderkörper ausgedehnt.

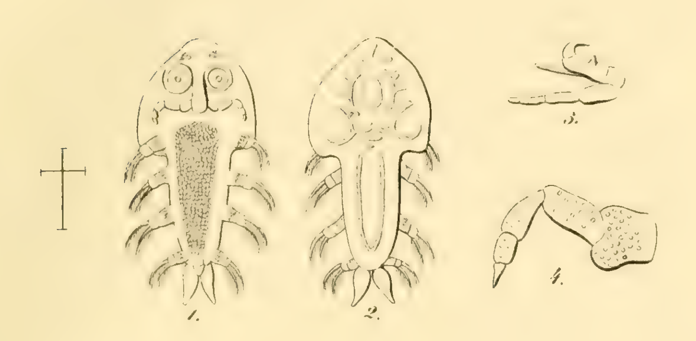
Man konnte sich ferner auch hier bei dem verwachsenen Thiere, so wie bei den auf *Rhodeus* aufgefundenen gewöhnlichen Diplozoen von der Richtigkeit einer *Copulatio lateralis decussata* überzeugen. Namentlich an den hintern Leibeshälften konnte man ohne Schwierigkeit beobachten, dass dieselben gegen die Vereinigungsstelle hin sich mit ihren Rändern über einander lagerten und den entgegengesetzten Verlauf eine Strecke weit noch deutlich verfolgen liessen. Ebenso sah man an den Wassergefässen mit ihrer zierlichen Flimmerung im Innern, wenn man ihren Verlauf genau verfolgte, dass die der linken vordern Thierhälfte (oder beim verwachsenen der linken Seite) immer nach der hintern rechten Hälfte sich begaben, die der vordern rechten aber nach der hintern linken Hälfte, und alle an der Verschmelzungsstelle sich kreuzten [1]).

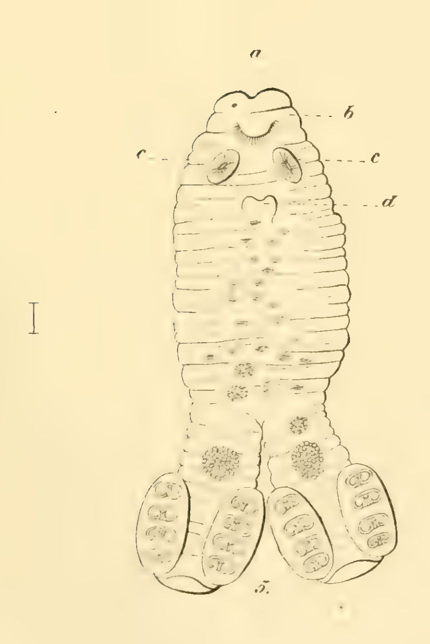
TAFEL III.

Fig. 5. *Diplozoon paradoxum* Nordm. (stark vergrössert) von den Kiemen eines *Carassius Gibelio* Heck. mit verwachsenen Vorderleibshälften; *a* vordere Einkerbung, *b* die einfache Mundöffnung, *cc* die zwei seitlichen Saugnäpfe, *d* der einfache Schlundkopf.

---

[1]) Bei Nordmann: Mikrographische Beiträge zur Naturgeschichte der wirbellosen Thiere, Heft I, pag. 56, Taf. V, VI, ist irrthümlich der Verlauf der Gefässe so angegeben, dass immer die Gefässe der vordern rechten Hälfte zur rechten hintern Hälfte hingehen und umgekehrt, ebenso auf der linken Seite; eine wirkliche Kreuzung an der verwachsenen Stelle findet nach ihm nicht Statt.


1.
2.
3.
4.


a
b
c
c
d
5.



Über das chemische Äquivalent der Metalle Cadmium und Mangan.

Von **Karl Ritter von Hauer,**

Vorstand des Laboratoriums der k. k. geologischen Reichsanstalt.

Es gehörte einstens zu den undankbaren Aufgaben für Zahlen neue Belege oder gar Correctionen ermitteln zu wollen, die so lange Zeit hindurch als unfehlbar gegolten hatten. Im ersteren Falle hielt man solche Versuche für ganz überflüssig, im letzteren schien es aber eine Vermessenheit, und selbst die Resultate der glänzendsten Experimente blieben längere Zeit unberücksichtigt. Die musterhaften Arbeiten von Erdmann und Marchand über die Äquivalente einer Reihe von Grundstoffen geben hinlängliches Zeugniss für das Gesagte. Nur mühsam gelang es ihnen anfänglich ihren Correctionen Eingang zu verschaffen, denn sie betrafen numerische Daten, welche durch die gewaltige Autorität eines Berzelius gestützt wurden.

Die Zeit solcher Ansichten ist indess glücklich überwunden. Man ist längst zur Überzeugung gekommen, dass gerade eine genaue Bestimmung der Fundamentalzahlen nur das Ergebniss der Arbeiten Vieler sein kann, dass es zahlreicher und verschiedenartiger Versuche bedarf, um der Richtigkeit solcher Bestimmungen volles Vertrauen schenken zu können, und dass jede Arbeit in dieser Richtung als ein erwünschter Beitrag zur Annäherung an das wichtige Ziel betrachtet werden darf.

Unstreitig erübrigt aber in dieser Beziehung noch Vieles. Nicht alle Äquivalentzahlen sind schon mit einer Sicherheit festgestellt, um annehmen zu können, es sei nach dem gegenwärtigen Standpunkte, alles was möglich ist, geleistet. Viele der Äquivalentbestimmungen sind entweder wirklich innerhalb gewisser Grenzen schwankend, oder es stützt sich die adoptirte Zahl auf zu wenige und nicht hinlängliche Sicherheit gewährende Versuche. Doch bieten aber eben die Erfahrungen und Fortschritte der neneren Zeit zahlreiche Hilfsmittel dar, um die Verlässlichkeit mancher derartiger Bestimmungen schärfer prüfen zu können, als es wohl früher überhaupt möglich war.

Ich muss bei dieser Gelegenheit der Worte gedenken, welche Herr Professor Schrötter zur Zeit seiner genialen Arbeit über das Äquivalent des Phosphors gesprochen hat [1]: „Es dürfte kaum mehr eine Periode eintreten, in welcher Untersuchungen dieser Art so sehr in den Hintergrund gedrängt werden könnten, als dies nach den Arbeiten von Berzelius geschah, durch welche für eine geraume Zeit Alles erschöpft schien, was überhaupt hierin geleistet werden kann."

In der That wächst mit den Fortschritten der Wissenschaft auch das Bedürfniss die Fundamentalzahlen der elementaren Bestandtheile der Wahrheit immer näher gerückt zu wissen. Die Grenzen innerhalb welcher wir berechtigt sind, sie für richtig zu halten, genügen dann nur jeweiligen Epochen, und diese Grenzen immer enger zu ziehen, wird gewiss für jedes Entwickelungsstadium der Chemie eine der Hauptaufgaben sein.

Bei einer seit längerer Zeit unternommenen Arbeit über das Verhalten mehrerer Metalloxyde und schwefelsauren Salze, gegen Wasserstoff und Schwefelwasserstoff in höherer Temperatur, hatte ich Gelegenheit die Beobachtung zu machen, dass dieses Verhalten präcise Daten über den Äquivalent-Werth einer Reihe von Metallen liefern könnte.

Die schwefelsauren Salze von Zink, Cadmium, Blei, Kupfer, Mangan, Kobalt, Nickel etc. werden beim Glühen in Wasserstoffgas theils in Sulfurete, theils in Oxysulfurete verwandelt. Einige wenige Untersuchungen hierüber rühren hauptsächlich von Arfvedson [2]) her, denen zufolge man, wie es scheint, hierbei einige Verbindungen von constanter Zusammensetzung erhält. Allein ich fand, dass dies nur bei einer bestimmt eingehaltenen Temperatur und einer gewissen Dauer der Operation stattfinde. Ist die Temperatur zu niedrig gewesen, so ist die Reduction keine vollständige, und es lässt sich im erhaltenen Sulfuret oder Oxysulfuret leicht die Gegenwart von Schwefelsäure nachweisen. Bei lange fortgesetzter Behandlung mit Wasserstoff in hoher Temperatur hingegen, geht die Reduction weiter, und es entstehen verschiedene Zersetzungsproducte, endlich auch theilweise Metall.

---

[1]) Denkschriften der k. Akademie, Band IV, Seite 119.

[2]) Poggendorff's Annalen, Band I, Seite 59.

Werden die wasserfreien schwefelsauren Salze einiger der genannten Metalle aber in Schwefelwasserstoff geglüht, so entstehen Schwefelmetalle von constanter Zusammensetzung, die, wie hoch auch die angewandte Temperatur war, unverändert bleiben, wenn man sie in der Atmosphäre von Schwefelwasserstoff erkalten lässt. Schon vorläufige Versuche überzeugten mich, dass dieses Verfahren, welches für einige derselben benützt wurde um die gedachten Schwefelmetalle rein und wasserfrei darzustellen, ein vortreffliches Mittel darbieten könne, die Äquivalente der Metalle selbst zu bestimmen. Die Resultate, welche man erhält, stimmen mit einer Schärfe untereinander überein, die bei den bis jetzt mit diesen Stoffen angestellten Versuchen nicht erreichbar war.

Betrachtet man indessen die Umstände näher, unter welchen diese Reduction ausführbar ist, erwägt man die Daten auf welche sich die Berechnung stützt, so wie die möglichen Fehlerquellen denen die Versuche ausgesetzt sein können, so gelangt man zu der Überzeugung, dass das Verfahren in der That einen hohen Grad von Genauigkeit bieten müsse.

Wenn es als Grundprincip gilt, dass sich die Berechnung eines Äquivalentes wo möglich nur auf das Verhältniss zum Sauerstoff oder auf eines der am genauest bestimmten Äquivalente stütze, so kann dieser Bedingung hier gewissermassen nur in zweiter Instanz genügt werden, weil die erhaltenen Zahlen vom Äquivalente des Schwefels abhängig sind. Doch wird eine auf das Äquivalent des Schwefels oder Kohlenstoffes basirte Bestimmung auch nach dem gegenwärtigen Standpunkte noch immer zu den allerverlässlichsten gehören.

Die schwefelsauren Salze dieser Metalle sind mit Ausnahme des Bleies sämmtlich gut krystallisirbar, und können daher allein schon durch oftmaliges Umkrystallisiren von vielen ihrer Verunreinigungen befreit, und in einem Grade hoher Reinheit dargestellt werden. Sie halten höhere Temperaturen, ja selbst schwache Rothgluth aus ohne eine Zersetzung zu erleiden. Es ist dadurch die Möglichkeit geboten, sie vollkommen wasserfrei zu erhalten, ohne befürchten zu dürfen, dass mit den letzten Antheilen des Wassers auch schon ein Theil der Säure entweiche, wie dies bei den kohlensauren, salzsauren und anderen Verbindungen der Fall ist. Es hat dieser Umstand bei den Bestimmungen des Calciums und Magniums durch Erdmann und Scheerer, wie bekannt, so grosse Schwierigkeiten verursacht. Eine

einzige Ausnahme hievon macht das Zink, welches schwierig ohne Verlust von Säure wasserfrei zu erhalten ist. Es ist nicht zu leugnen, dass die meisten dieser wasserfreien schwefelsauren Salze etwas hygroskopisch sind, insoferne sie in einiger Zeit wieder etwas Wasser aus der Atmosphäre aufnehmen, doch ist diese Menge entweder für die Dauer der Wägung eine verschwindende oder sie lässt sich durch wiederholte Wägungen der Substanz, in welchem Falle die zweite Wägung nur von sehr kurzer Dauer ist, leicht vollends vermeiden.

Alle diese Umstände ermöglichen es, dass die zu den Versuchen anzuwendende Menge des schwefelsauren Salzes mit grosser Genauigkeit gewogen werden kann.

Es sind dies ohne Zweifel die Gründe, warum schon Berzelius und nach ihm viele andere Chemiker ihre Versuche zur Ermittlung von mehreren Äquivalentenzahlen auf die Analyse der schwefelsauren Salze gegründet haben. Allein in allen diesen Fällen wurde die Schwefelsäure durch Fällung mittelst Baryt bestimmt, was die Anwendung eines vollkommen reinen Barytsalzes erforderte; eine Bedingung, der schon an sich schwierig Genüge zu leisten ist. Es erforderte ferner ein vollständiges Auswaschen des erhaltenen schwefelsauren Barytes, die Anwendung eines Filters etc. und mehrere Operationen, mit deren Zahl sich stets, wie bekannt, auch jene der Fehlerquellen vermehrt. Wurde umgekehrt die Äquivalentbestimmung auf die Umwandlung des Oxydes in schwefelsaures Salz begründet, so bedingte dies ein Abdampfen zur Trockne und Verjagen der überschüssig zugesetzten Schwefelsäure; zwei Operationen, die ohne Verluste kaum ausführbar sind.

Die Reduction der schwefelsauren Salze im Schwefelwasserstoff vermeidet alle diese angedeuteten Fehlerquellen. Auf mechanischem Wege könnte nur ein Verlust stattfinden, wenn im Anfange der Reduction der Schwefelwasserstoffstrom zu rasch über das schwefelsaure Oxyd geleitet würde, in welchem Falle etwas von dem Pulver mitgerissen würde. Ebenso bei zu rascher Erhitzung, wo die Zersetzung zu plötzlich erfolgen würde, und ebenfalls auf ähnliche Art kleine Theilchen weggeführt werden könnten. Diese Übelstände gänzlich zu beseitigen, liegt aber vollkommen in der Hand des Experimentators.

Das durch die Reduction erhaltene Schwefelmetall ist in dem Grade rein, wie das zur Anwendung genommene schwefelsaure Salz.

Es ist stets von constanter Zusammensetzung wenn die Dauer der Einwirkung des Schwefelwasserstoffes eine hinreichend lange war. Ein vorläufiger Versuch genügt, um diese Zeit für die Menge des schwefelsauren Salzes, welches reducirt werden soll, annäherungsweise zu erfahren. Lässt man dann etwa eine Stunde länger bei den Reductionen den Schwefelwasserstoff einwirken, so kann man vollkommen sicher sein, die Reduction gänzlich beendigt zu haben. Ein Nachtheil von zu langer Berührung mit dem Gase ist nicht zu besorgen, da das Schwefelmetall hierdurch keine weitere Veränderung erleidet. Ob die Reduction in den einzelnen Versuchen eine vollständige war, ist leicht nachzuweisen, indem man das erhaltene Schwefelmetall mit heissem Wasser behandelt, filtrirt, und das Filtrat auf die Gegenwart von Schwefelsäure prüft. Ein Verlust auf mechanischem Wege wie ich ihn früher angedeutet habe, im Falle zu rasch erhitzt würde und der Gasstrom zu heftig wäre, ist nur im Anfange möglich; bald darauf backt die Masse fest zusammen und es bedarf dann keiner weiteren Vorsichtsmassregeln in dieser Beziehung. Dieses Zusammenbacken hindert indess nicht den Zutritt des Gases zu allen Theilchen des schwefelsauren Oxydes, besonders wenn man dasselbe gegen Ende der Operation unter einem etwas erhöhten Drucke darüber streichen lässt. Dieser wird leicht hervorgebracht wenn man die Röhre mit dem austretenden Gase in ein Gefäss mit Wasser taucht. Die erhaltenen Schwefelmetalle sind entweder an der Luft unveränderlich oder halten sich in diesem Zustande hinlänglich lange, um mit vollkommener Genauigkeit gewogen werden zu können. Sie sind wenig hygroskopisch.

Das zur Reduction benützte Gas, Schwefelwasserstoff, ist eines derjenigen, welches unter allen Gasen mit Leichtigkeit in einem Zustande von gewünschter Reinheit erhalten werden kann. Schon das aus reinem Schwefeleisen erhaltene, welchem höchstens etwas freier Wasserstoff beigemengt sein kann, ist schon hinreichend, denn die Gegenwart von etwas freien Wasserstoff beeinträchtigt die Resultate nicht im mindesten. Überdies kann der Schwefelwasserstoff aus Schwefelantimon und Salzsäure erzeugt werden; leitet man ihn in diesem Falle durch einige Flaschen mit destillirtem Wasser, so ist er absolut rein. Doch bemerkte ich bei einer vergleichenden Anwendung von Gasen, welche nach diesen beiden Arten erhalten wurden, keinen Unterschied in den Resultaten der Versuche.

Als einen letzten Umstand von besonderer Bedeutung glaube ich noch hervorheben zu sollen, wie wichtig es ist, dass im Falle sich die Äquivalentbestimmung wie hier auf eine einfache Gewichtsdifferenz basirt, diese bezüglich der zur Untersuchung kommenden Menge der Substanz, eine beträchtliche sein müsse. Bei der gedachten Methode gründet sich nämlich die Reduction des Äquivalentgewichtes auf die Gewichtsdifferenz zwischen dem angewandten schwefelsauren Salz und dem erhaltenen Schwefelmetall. Derselbe Fall tritt ein bei allen Bestimmungen, welche sich auf Oxydations- und Reductionsversuche stützen. Mit Recht gehören diese Äquivalentbestimmungen zu den am meisten angewandten, da sie schon der Einfachheit der Operation wegen am exactesten ausführbar sind. Die meisten der, gewöhnlich chemischen Processen anhaftenden Fehlerquellen lassen sich hier gänzlich eliminiren oder auf ein Minimum reduciren. Ist aber die Gewichtsdifferenz der zur Wägung kommenden Körper relativ sehr klein, so influenziren die kleinsten Fehler in so beträchtlichem Masse auf die Berechnung des Äquivalentes, dass auch mit der genauesten Wage und allen sonstig angewandten Vorsichtsmassregeln, nichts weniger als scharfe Resultate erzielt werden können. Hierin liegt wohl der Grund der es unmöglich gemacht hat, das Äquivalent des Urans aus der Umwandlung des Oxyduls in Oxydoxydul oder umgekehrt zu eruiren.

Rammelsberg [1]), der viele solcher Versuche mit Uran angestellt hat, gibt an, dass das reducirte Oxydul Wasserstoff condensirt zurückhalte, wodurch es unmöglich sei, dasselbe genau zu wägen. Würde die Menge Sauerstoff, welche Uranoxydoxydul bei seiner Reduction zu Oxydul verliert, 20 bis 30 Procent betragen, statt 3·9 Procent, wie es in der Wirklichkeit stattfindet, so konnte jener Fehler in der Wägung, welcher durch etwas condensirten Wasserstoff entstand, oder durch eine kleine Menge, welche sich der gänzlichen Reduction entzogen hatte, nicht in jenem bedeutenden Masse auf die Berechnung des Äquivalentes influenziren, wie es die stark differirenden Resultate der eilf Versuche von Rammelsberg zeigen.

Um diesem beträchtlichen Einflusse der kleinsten Fehler auf die Berechnung des Resultates einiger Massen vorzubeugen, hätten

---

[1]) Poggendorff's Annalen, Band 59, Seite 1.

sehr bedeutende Mengen des Oxydoxyduls zur Untersuchung genommen werden müssen.

Ähnlichen Schwierigkeiten begegnete ich selbst bei einem Versuche das Äquivalent des Mangans in gleicher Weise zu bestimmen. Würde man bei der Oxydation von zwei Grammen Manganoxydul einen Fehler von einem Milligramm in die Berechnung der Resultate erhalten, so influenzirt dies dergestalt auf das daraus abgeleitete Äquivalent des Mangans, dass man es um 0·2 verändert erhielte. Gleichwohl beträgt die Menge von Sauerstoff, welche hiebei aufgenommen wird, etwas über 7 Procent, also fast das Doppelte der Menge, welche Uranoxydul unter gleichen Umständen aufnimmt.

Berechnet man hingegen z. B. das Äquivalent des Phosphors aus seiner Aufnahme von Sauerstoff bei der Umwandlung in Phosphorsäure, so ist die Abhängigkeit von allfälligen kleinen Beobachtungsfehlern eine bei weitem kleinere, denn der Phosphor nimmt hierbei circa 129 Procent Sauerstoff auf. Schrötter wies so nach [1]) dass in seinen Versuchen, in welchen er weniger als 1·5 Gramm Phosphor in Sauerstoff verbrannte, bei einem Fehler von 1 Milligramm im Gewichte des Phosphors, das daraus abgeleitete Äquivalent nur um 0·04 modificirt werden konnte.

Bei der Reduction der schwefelsauren Salze der angeführten Metalle im Schwefelwasserstoff, welche nach der allgemeinen Formel

$$MeO \,.\, SO_3$$

zusammengesetzt sind, werden 4 Äquivalente Sauerstoff in Form von Wasser weggeführt, während einfach Schwefelmetall erübrigt. Diese Menge des Sauerstoffes beträgt aber 30 bis 40 Procent, daher auch in dieser wichtigen Beziehung die Bestimmung eine günstige ist.

Fasst man alle diese Bedingungen, unter welchen diese Reductionen ausgeführt werden, zusammen, so ergibt sich, dass die Äquivalentbestimmung hiebei einzig von der Reinheit der angewandten Substanz abhängig ist, und dass die gesammte Ausführung sich auf die leicht auszuführende Reduction und 2 Wägungen beschränkt. Es lässt dies leicht erkennen, dass es theoretisch möglich ist, auf diesem Wege sehr genaue Resultate zu erzielen.

Was endlich die experimentelle Durchführung auch der besten Methode anbelangt, so ist sie abhängig von der persönlichen

---

[1]) In der oben citirten Abhandlung.

Gewandtheit des Experimentators und der Correctheit der mechanischen Hilfsmittel. Der einzige Anhaltspunkt für die Beurtheilung ihrer Präcision bleibt der Grad der Übereinstimmung in den Einzelversuchen. Diese Übereinstimmung kann aber in dem Masse genauer verlangt werden, als sie theoretisch möglich ist.

Auf Basis dieser Betrachtungen fand ich mich um so mehr veranlasst die Äquivalente der genannten Metalle auf solche Art einer prüfenden Revision zu unterziehen, als wir über einige derselben noch ziemlich differirende Angaben besitzen.

Im Folgenden habe ich vorläufig einen Theil dieser viele Zeit absorbirenden Arbeit, enthaltend eine Bestimmung des Äquivalentes von Cadmium und Mangan zusammengestellt.

1. Cadmium.

Das Äquivalent des Cadmiums ist nur ein einziges Mal von Stromayer, dem Entdecker dieses Metalles, im Jahre 1818 bestimmt worden [1]). Er fand, dass sich das Metall in einem einzigen Verhältnisse mit Sauerstoff verbindet, und dass 100 Theile Metall beim Verbrennen 14.352 Theile Sauerstoff aufnehmen. Stromayer gibt nicht an, auf welche Weise er die Oxydation bewerkstelligt habe. Doch ist es nicht wahrscheinlich, dass durch wirkliches Verbrennen des Metalles die Bestimmung gemacht worden sei, da das Cadmium zu den in höherer Temperatur sehr flüchtigen Metallen gehört. Er gibt nur an, dass sich seine Bestimmungen auf directe Versuche und nicht auf Rechnung gründen, und dass sie das arithmetische Mittel aus mehreren nur wenig von einander abweichenden Einzelresultaten seien. Er berechnete aus dieser Sauerstoffaufnahme das Äquivalent des Cadmiums = 696·77. Genau berechnet beträgt es hiernach 696·767 (55·74 wenn $H=1$).

Eine zweite Angabe über die Zusammensetzung des Oxydes rührt nur noch von John her, der ohne weitere Details angibt, es bestehe in 100 Theilen aus 90 bis 91 Cadmium und 10 bis 9 Sauerstoff [2]).

Dies sind die gesammten Versuche, welche zur Feststellung der Fundamentalzahl dieses Metalles bekannt gemacht wurden, wiewohl nunmehr 39 Jahre seit seiner Entdeckung verflossen sind.

---

[1]) Schweigger's Journal, XXII. Band, Seite 366.

[2]) Sein Handwörterbuch der Chemie, Band 3, Seite 299.

Die von Stromayer experimentell aufgefundene Zahl ist übrigens, wie es mit mehreren solcher Daten schon geschah, in den verschiedenen Lehr- und Handbüchern nicht mit jener Gewissenhaftigkeit aufgenommen worden, wie es eigentlich, so lange nicht neue Versuche zu anderen Resultaten führten, der Fall sein sollte.

Namentlich haben jene Chemiker welche der Ansicht huldigten, dass sämmtliche Äquivalente einfache Multipla des Wasserstoffes seien, alsbald die gerade Zahl 700 (56) dafür angenommen. In der That bin ich bei meinen Versuchen zu dieser selben Zahl gelangt.

Auf die Darstellung eines reinen schwefelsauren Salzes wurde die möglichste Sorge verwendet. Ich benützte zu den Einzelnversuchen Mengen des Salzes, welche von verschiedenen Darstellungen herrührten.

Ein durch mehrmaliges Umkrystallisiren erhaltenes schwefelsaures Oxyd wurde mit überschüssiger Säure versetzt und durch Schwefelwasserstoff gefällt. Das gut gewaschene Schwefelmetall wurde in Salzsäure gelöst, mit kohlensaurem Ammoniak gefällt, und nach hinlänglichem Waschen durch Glühen in Oxyd verwandelt. Da diesem Oxyd noch etwas Chlorcadmium beigemengt sein konnte, so wurde es auf ein Filter gebracht und längere Zeit mit siedendem Wasser gewaschen. Nach dem Trocknen wurde es neuerdings geglüht, in verdünnter Schwefelsäure gelöst und mehrmals umkrystallisirt. Zu letzterem Zwecke wurden die Krystalle vor dem jedesmaligen Auflösen bei schwacher Rothgluth längere Zeit erhitzt. Es geschah dies um vollkommen überzeugt sein zu können, dass das Salz keine überschüssige Säure enthalte. Für die Versuche wurden die Krystalle fein zerrieben und das Pulver längere Zeit bei circa 200° C. getrocknet.

Der Apparat, dessen ich mich zu den Reductionen bediente, war der Natur der Sache nach sehr einfach. In einer grossen Woulfi'schen Flasche, die mit einem langhalsigen Trichter zum Nachfüllen von Schwefelsäure versehen war, wurde aus reinem Schwefeleisen, destillirtem Wasser und reiner Schwefelsäure das erforderliche Gas entwickelt. Es wurde hierauf durch zwei Waschflaschen mit destillirtem Wasser und durch mehrere Chlorcalciumröhren geleitet. Aus diesen trat es in eine zur Reduction bestimmte kurze Röhre von hartem Glase. Die Reductionsröhre wurde am entgegengesetzten Ende mittelst eines Korkes in eine sehr weite und lange Glasröhre

eingepasst. Da sich nämlich bei diesen Versuchen eine der Menge, des im Salze enthaltenen Sauerstoffes, proportionale Quantität Schwefel ausscheidet, so diente diese geräumige Glasröhre dazu, den abgeschiedenen Schwefel, dessen Masse natürlich beträchtlich war, aufzunehmen. Es wurde hierdurch der Zweck erreicht, dass der Apparat nicht nach jedem Versuche brauchte auseinander genommen zu werden, und dass auch eine Verstopfung desselben nicht zu befürchten war. Diese Röhre in Verbindung mit der Reductionsröhre war abschüssig aufgelegt, um den Ablauf des gleichzeitig sich bildenden Wassers zu begünstigen. Die weite Röhre wurde an ihrem anderen Ende mit einem Korke verschlossen, in den eine abwärts gebogene Röhre eingepasst wurde, die mehrere Zoll tief in eine Flasche mit Wasser tauchte; aus dieser wurde das entweichende Gas endlich mittelst einer langen Kautschuk-Röhre ins Freie geleitet. Das tiefe Eintauchen in Wasser diente dazu, um das Gas in der Reductionsröhre unter einen höheren Druck zu erhalten, wodurch der Zutritt des Gases zu den unteren Theilen des Salzes begünstiget werden musste. Zur Aufnahme der zur Reduction bestimmten Salzmengen dienten Porzellanschiffchen. Dies waren der Hauptsache nach die Anordnungen des Apparates. Erforderliche Modificationen, welche sich bei einigen Metallen als nothwendig herausstellten, werden späterhin am betreffenden Orte angeführt werden.

Obwohl das schwefelsaure Cadmiumoxyd sich nach seiner Entwässerung nur sehr wenig hygroskopisch erwies, so wendete ich dennoch einige Vorsichtsmassregeln an, um es gewiss völlig wasserfrei zu wägen. Das gepulverte und getrocknete Salz wurde in das Schiffchen mittelst eines Spatels eingedrückt und dieses dann auf eine erhitzte Eisenplatte gestellt. Nach längerem Verweilen wurde das Schiffchen mit der Substanz über Schwefelsäure erkalten gelassen und dann rasch das Gewicht bestimmt. Das Schiffchen wurde hierauf ein zweites Mal längere Zeit erhitzt, über Schwefelsäure erkalten gelassen und wieder auf die Wage gebracht. Da durch die erste Wägung das wirkliche Gewicht schon sehr annähernd war gefunden worden, so handelte es sich das zweite Mal nur um eine kleine Ausgleichung, welche in kürzester Zeit konnte ausgeführt werden. Doch betrug die Differenz dieser beiden Wägungen in der Regel nur Bruchtheile eines Milligrammes. Im Falle sie mehr ausmachte, nahm ich noch eine dritte Wägung unter gleichen Umständen vor.

Das Schiffchen wurde nun in die Reductionsröhre gebracht, Schwefelwasserstoff entwickelt und nach Austreibung der atmosphärischen Luft anfänglich mässig, dann bis zum Glühen mittelst einer Bunsen'schen Gaslampe erhitzt. Diese Operation wurde durch mehrere Stunden fortgesetzt; doch dies nur vorsichtshalber, da bei Mengen, wie ich sie zu den Versuchen verwandte, von 5 bis 8 Grammen die Reduction binnen zwei Stunden eine vollständige war. Es wurde hierauf im Schwefelwasserstoff-Strome erkalten gelassen und das Schiffchen mit dem erhaltenen Schwefelmetalle wieder gewogen.

Da zwischen der Reductionsröhre und dem Gefässe mit Wasser, in welches der austretende Schwefelwasserstoff geleitet wurde, kein Trocknungsapparat eingeschaltet war, so könnte es scheinen, dass das Schwefelmetall während dem Erkalten des Apparates Feuchtigkeit von dieser Seite her, dürfte absorbirt haben, wodurch sein Gewicht hätte unrichtig gefunden werden müssen. Allein dies ist nicht der Fall, indem das Schwefelmetall, welches im Schiffchen ganz fest gebacken war, sich nicht im mindesten hygroskopisch erwies. Wurde nämlich das Gewicht des Schiffchens mit dem Schwefelmetalle bestimmt, dieses dann erhitzt und wieder gewogen, so ergab sich keine Gewichtsdifferenz, ein Beweis, dass das Schwefelcadmium keine Feuchtigkeit konnte angezogen haben. Das erhaltene Schwefelmetall wurde jedesmal auf einen Gehalt von Schwefelsäure geprüft. Bei einigen Proben wurden Spuren davon nachgewiesen. Es war dies der Fall, wenn wegen zu niedrigem Drucke des Leuchtgases keine hinlängliche Hitze angewendet worden war. Diese Proben habe ich gänzlich verworfen und natürlich nur jene in die Berechnung aufgenommen, wobei ich nicht die kleinste Spur von unzersetzt gebliebenem schwefelsauren Salz entdecken konnte.

In den folgenden Tabellen sind die Resultate der einzelnen Versuche und die daraus abgeleiteten Berechnungen zusammengestellt. Bei der Berechnung wurde das bekannte Äquivalent des Schwefels = 16 zu Grunde gelegt.

Versuch	Angewandte Menge von schwefelsaurem Cadmiumoxyd	Erhaltenes Schwefelcadmium	Sauerstoff als Gewichts-Verlust	Ein Theil schwefelsaures Cadmiumoxyd enthält sonach Sauerstoff
	Gramm			
I.	7·7650	5·3741	2·3909	0·307907
II.	6·6086	4·5746	2·0340	0·307780
III.	7·3821	5·1117	2·2704	0·307554
IV.	6·8377	4·7336	2·1041	0·307720
V.	8·1956	5·6736	2·5220	0·307726
VI.	7·6039	5·2634	2·3405	0·307802
VII.	7·1415	4·9431	2·1948	0·307834
VIII.	7·8245	4·0335	1·7910	0·307494
IX.	6·8462	4·7415	2·1047	0·307426

In der folgenden Tabelle habe ich die hieraus berechneten Äquivalente zusammengestellt, wenn man den Sauerstoff = 8 oder = 100 annimmt.

Die Berechnung ergab sich aus der Gleichung:

$$Cd = \frac{4\,\mathrm{B\,O}}{\mathrm{A-B}} - S,$$

worin

O das Äquivalent des Sauerstoffes,
S „ „ „ Schwefels,
A die Menge des zur Untersuchung genommenen Salzes, und
B „ „ „ erhaltenen Schwefelcadmiums bedeutet.

Versuch	Berechnetes Äquivalent des Cadmiums wenn O = 8	Differenz von der Zahl 56	Berechnetes Äquivalent des Cadmiums wenn O = 100	Differenz von der Zahl 700
I.	55·9273	— 0·0727	699·091	— 0·909
II.	55·9701	— 0·0299	699·626	— 0·374
III.	56·0465	+ 0·0465	700·581	+ 0·581
IV.	55·9904	— 0·0096	699·880	— 0·120
V.	55·9885	— 0·0115	699·856	— 0·144
VI.	55·9627	— 0·0373	699·534	— 0·466
VII.	55·9519	— 0·0481	699·399	— 0·601
VIII.	56·0670	+ 0·0670	700·837	+ 0·837
IX.	56·0900	+ 0·0900	701·125	+ 1·125
Mittel	55·9994	0·0458	699·992	0·573

Die Zusammenstellung dieser Zahlen lässt beurtheilen, welcher Genauigkeit das angeführte Verfahren zur Äquivalentbestimmung fähig ist. Ich glaube, auf Basis derselben wohl berechtigt zu sein, für das Äquivalent des Cadmiums die Zahl 56 (700 wenn $O = 100$) als die wahre annehmen zu dürfen.

Die in dem Versuche VII angewendete Menge 7·1415 Gramm des schwefelsauren Salzes beträgt sehr nahe das Mittel der zu den einzelnen Versuchen genommenen Quantitäten.

Nimmt man in demselben an, das Gewicht des schwefelsauren Salzes sei um ein Milligramm zu hoch oder zu niedrig gefunden worden, so würde dies im berechneten Äquivalente eine Modification von 0·0573 hervorbringen.

Wäre das Gewicht des Schwefelcadmiums um ein Milligramm unrichtig gefunden worden, so ändert dies das Äquivalent um 0·0472.

Wenn beide Mengen um ein Milligramm im selben Sinne fehlerhaft wären in Rechnung gebracht worden, so ändert dies das Äquivalent um 0·0146, sind sie hingegen im entgegengesetzten Sinne um 1 Milligramm unrichtig gefunden worden, so ist die Modification im Äquivalent hindurch am grössten, diese beträgt nämlich in diesem Falle 0·0799. Dies ist aber um 0·0341 mehr als die mittlere Fehlerdifferenz sämmtlicher Versuche.

Die ganze Operation der Reduction geht äusserst leicht von statten. Die Disposition des Cadmiums mit Schwefel, Schwefelmetall zu bilden, ist so intensiv, dass das schwefelsaure Salz schon in der Kälte bei längerer Berührung mit dem Schwefelwasserstoff reducirt zu werden beginnt, indem es an der Oberfläche gelb wird. Man kann es daher schon bei sehr gelinder Erhitzung zum grössten Theile in Schwefelmetall verwandeln. Hierin liegt auch der Fingerzeig für die einzige besondere Vorsicht welche anzuwenden war. Dies ist, dass die Erhitzung nur allmählich geschehen darf, widrigenfalls die Reduction zu vehement eintritt. Durch mässiges Zutretenlassen des Schwefelwasserstoffes und durch sehr langsames Erhitzen habe ich die Reduction so weit verzögert, dass sie in den einzelnen Versuchen circa drei Stunden dauerte.

Zu den ersten fünf Versuchen diente schwefelsaures Salz, welches nach der im obigen angegebenen Darstellungsweise war erhalten worden. In den letzten vier Versuchen wurde ein Salz angewendet, welches durch Abscheidung von kohlensaurem Cadmiumoxyd aus

öfter umkrystallisirtem Chlorbaryumcadmium nach Entfernung des Barytes mit Schwefelsäure, und Fällen mit kohlensaurem Ammoniak erhalten worden war. Dieses wurde nämlich in verdünnter Schwefelsäure gelöst und einige Male umkrystallisirt. Im Ganzen wurden zwölf Reductionsversuche gemacht. Drei davon habe ich nicht in die obige Berechnung aufgenommen, da, wie angeführt wurde, im erhaltenen Schwefelcadmium sich eine Spur Schwefelsäure nachweisen liess.

11. Mangan.

Aus den Versuchen welche bisher zur Feststellung des Äquivalentes vom Mangan ausgeführt wurden, und zwar aus jenen, welchen man das meiste Vertrauen schenkt, deducirte man die Zahlen 27·6 und 28 oder 345 und 350, je nachdem man den Wasserstoff = 1 oder den Sauerstoff = 100 nimmt.

Die Schwankungen, welchen diese Zahl unterliegt, betragen also in dem einen Falle mindestens 0·4, im andern 5 Einheiten. Beide Zahlen finden wir wechselweise in unseren Lehr- und Handbüchern aufgenommen.

Eine solche Kenntniss über die Fundamentalzahl eines Grundstoffes ist schwankend genug, um sie für den jetzigen Standpunkt der Wissenschaft als nicht mehr zureichend zu betrachten.

Wenn es aber überhaupt von höchster Wichtigkeit ist, die Äquivalentzahlen der einfachen Körper möglichst genau kennen zu lernen, um den vielen Folgerungen, die sich unmittelbar darauf basiren, einen verlässlichen Ausgangspunkt zu gründen, so steigert sich diese Wichtigkeit um so mehr noch bei einem Metalle, wie das Mangan. Es gehört nämlich zu den sehr verbreiteten Stoffen, von welchem wir zahlreiche, sowohl natürlich vorkommende, als auch künstlich in unseren Laboratorien erzeugte Verbindungen kennen.

Gleichwohl ist nicht zu erwarten, dass durch eine weitere Annäherung zur Kenntniss des wahren Äquivalentes vom Mangan das bisherige Wissen über die stoechiometrische Beschaffenheit der zahlreichen Manganverbindungen influenzirt werden sollte. Eine solche nähere Kenntniss würde nur im Stande sein, eine präcisere Übereinstimmung der Analysen von Manganverbindungen mit ihrer aus dem Äquivalente des Mangans theoretisch entwickelten Zusammensetzung zu vermitteln.

Abgesehen hievon knüpft sich indessen an die genaue Ermittlung der Äquivalentzahl dieses Metalles eine andere Frage von besonderem Interesse. Es ist dies die Frage, ob das Mangan in der That ein mit dem ihm so nahe verwandten Eisen gleiches Äquivalent habe, wie aus den Versuchen einiger Chemiker hervorgeht, oder ob es, wie die Versuche anderer zeigen, davon verschieden sei.

Da nach den genauen Versuchen von Erdmann, Marchand und Maumené das Äquivalent des Eisens sehr scharf ermittelt ist, so erübrigte zur Feststellung des fraglichen Gegenstandes nur noch das Äquivalent des ersteren auch durch eine grössere Anzahl von Versuchen auszumitteln, als dies bisher geschehen ist.

Alle angeführten Gründe gaben hinlängliche Veranlassung das Mangan in den Kreis dieser Untersuchungen zu ziehen. Die bekannten Eigenschaften des schwefelsauren Salzes, so wie sein Verhalten gegen Schwefelwasserstoff liessen erwarten, dass es auch für dieses Metall in gleicher Weise möglich sein dürfte, ein nicht minder verlässliches Resultat zu erzielen, wie für Cadmium.

Bevor ich indessen zur Anführung meiner darauf bezüglichen Versuche schreite, sollen erst in Kürze jene Arbeiten erwähnt werden, welche bisher in dieser Richtung unternommen wurden.

Die ersten bemerkenswerthen Versuche zur Bestimmung des Sauerstoffgehaltes in den Oxyden des Mangans rühren von John her [1]).

Einen eigentlichen Versuch zur Äquivalentbestimmung machte später Berzelius [2]). Er löste Mangan-Metall in Schwelsäure auf, verdampfte zur Trockne und glühte gelinde.

0·5075 Gramm Metall gaben ihm auf diese Weise 0·7225 Gramm einer Sauerstoffverbindung die er für Oxyd nahm, von der Zusammensetzung $Mn_2\ O_3$, da er noch nicht wusste, dass auf diese Weise Manganoxydoxydul entsteht, welche letztere Oxydationsstoffe erst später durch Arfvedson erkannt wurden.

Er berechnete hieraus als Äquivalent des Mangans die Zahl 355·79, wobei sich aber ein Fehler muss eingeschlichen haben, denn die angeführten Resultate geben 354·07 (28·32 wenn $H = 1$).

Nimmt man an, Berzelius habe in diesem Versuche wirklich Manganoxydoxydul erhalten, so ergibt sich aus demselben als Äquivalent des Mangans die Zahl 27·76 wenn $H = 1$.

---

[1]) Schweigger's Journal, Band 7, Seite 76 und Band 42, Seite 214

[2]) Sein Jahresbericht, Band 9, Seite 135.

Nach Berzelius wurden Analysen von Chlormangan, schwefelsaurem und kohlensaurem Manganoxydul durch Davy[1]) und Forchhammer[2]) ausgeführt, die indessen hier übergangen werden können, ebenso wie einige Analysen von Berthier[3]). Von mehr Belang sind die Untersuchungen von Arfvedson[4]) über das Chlormangan, welches er durch Erhitzen von kohlensaurem Manganoxydul in einem Strome Chlorgas erhielt. 1·508 Gramme davon gaben ihm mit salpetersaurem Silberoxyd gefällt 3·408 Gramm Chlorsilber. Er berechnet daraus folgende Zusammensetzung des Manganoxyduls in 100 Theilen:

77·856 Mn
22·144 O.

Nach den jetzt angenommenen Äquivalenten des Silbers (108·1) und Chlors (35·5) führt seine Analyse zu der Äquivalentzahl des Mangans = 350·53 (28·04 wenn $H = 1$).

Doch gibt Arfvedson an, dass seinem Chlormangan etwas Oxyd beigemengt gewesen sei.

Weitere Untersuchungen zur Ermittlung des Äquivalentes wurden durch Turner bekannt gemacht[5]). Er zerlegte kohlensaures und schwefelsaures Oxydul und Chlorür.

In 100 Theilen des kohlensauren Salzes fand er:

56·853 MnO
34·720 CO_2
8·427 HO

Die Zusammensetzung des schwefelsauren Salzes ermittelte er durch Bestimmung der Menge Schwefelsäure, welche gewogene Mengen Manganoxydul aufnehmen.

9·0 Gr. Manganoxydul gaben 19·01 Gr. schwefels. Manganoxydul.
4·855 „ „ „ 10·26 „ „ „

Aus 12·47 Gran Manganchlorür erhielt er endlich durch Fällung mit salpetersaurem Silberoxyd 28·42 Gran Chlorsilber.

---

[1]) Phil. Transact. 102, pag. 181.
[2]) Thomsons Anals of phylosophy, New series I. 54.
[3]) Schweigger's Journal, 36. Band, Seite 303.
[4]) Schweigger's Journal, 42. Band, Seite 202.
[5]) Poggendorff's Annalen, 14. Band, Seite 211.

Aus diesen sämmtlichen Versuchen berechnete Turner das Äquivalent des Mangans zu 28·06 (350·75 wenn $O = 100$).

Berechnet man nach den gegenwärtig geltenden Äquivalenten die Resultate seiner Analysen, so erhält man für das Mangan folgende Äquivalent-Werthe:

Aus $Mn\,O\,C\,O_2$	28·02	im Mittel 27·82	350·25	im Mittel 347·75.
„ $Mn\,O\,S\,O_3$	27·94		349·25	
„ $Mn\,Cl$	27·50		343·75	

Die Unterschiede, welche Turner und Arfvedson bei der Analyse des Chlormangans erhalten hatten, gaben Berzelius Veranlassung diese Untersuchung neuerdings aufzunehmen [1]).

I. 4·20775 Gr. Chlormangan gaben ihm 9·575 Gr. Chlorsilber.
II. 3·063 „ „ „ „ 6·9691 „ „

Berzelius nimmt hiernach als wahrscheinlichstes Äquivalent die Zahl 345·9 an (27·67).

Nimmt man wie oben Silber = 108·1 und Chlor 35·5, so berechnet sich aus diesen beiden Analysen folgendes Äqu. des Mangans:

	H = 1	O = 100
I. Mn =	27·60	345·0
II. „ =	27·61	345·1

Endlich bestimmte auch noch Brandes durch Analyse des Chlorürs das Äquivalent des Mangans [2]). Er deducirte aus zwei Analysen in welchen krystallisirtes Chlorür auf gewöhnlichem analytischen Wege zerlegt wurde, nämlich durch Fällung mit kohlensaurem Kali und salpetersaurem Silberoxyd das Äquivalent des Mangans = 28·51 — 28·54.

Die verschiedenen Zahlen welche aus der Analyse des Manganchlorürs erhalten wurden, und die wohl die meiste Berücksichtigung verdienen, da die Bestimmung des Chlors als eine der verlässlichsten zu betrachten ist, sind daher folgende:

	H = 1	O = 100
Arfvedson	28·04	350·5
Turner	27·50	343·75
Berzelius	27·60	345·0
	27·61	345·1
Brandes	28·51	356·45
	28·54	356·76

[1]) Poggendorff's Annalen, 18. Band, Seite 74.
[2]) Poggendorff's Annalen, 22. Band, Seite 255.

Arfvedson gibt selbst an, dass sein Manganchlorür etwas Oxyd enthalten habe. Da er aber nur 1·5 Gramm der Analyse unterwarf, so musste auch eine sehr kleine Menge von Oxyd den Chlorgehalt in merklicher Weise zu klein haben finden lassen, wodurch das Äquivalent des Mangans zu hoch ausfallen musste. Turner stellte sein Chlorür mit grosser Sorgfalt dar, indem er es in einer Atmosphäre von Kohlensäure entwässerte, wodurch die Möglichkeit einer Oxydation desselben ausgeschlossen war. Die zwei Versuche von Berzelius stimmen sowohl unter einander, als auch mit jener von Turner sehr nahe überein. Was endlich die Analysen von Brandes anbelangt, so lässt das dabei befolgte Verfahren als wahrscheinlichen Fehler vermuthen, dass der Gehalt an Chlor zu klein, jener an Mangan zu hoch dürfte gefunden worden sein, wodurch das Äquivalent des Mangans ebenfalls zu hoch berechnet werden musste.

Für die Richtigkeit der Zahlen 27·5 und 27·61 von Turner und Berzelius sprechen sonach alle Gründe der Wahrscheinlichkeit, so dass es beinahe unbegreiflich erscheint, dass trotz diesen auch die gerade Zahl 28 vielfach Eingang gefunden hat.

Ich machte meine Bestimmungen genau in der Weise wie ich sie früher angegeben habe, durch Reduction des schwefelsauren Manganoxyduls in einem Strome von Schwefelwasserstoffgas bei höherer Temperatur, und gelangte zu der Zahl 27·5 (343·75 wenn $O = 100$), welche mithin diesen beiden Angaben sehr nahe kommt.

Zur Darstellung des schwefelsauren Salzes diente ein sehr reiner und schön krystallisirter Pyrolusit aus Böhmen, der auf Quarz aufsass. Er enthielt an Verunreinigungen nur Spuren von Eisenoxyd, Baryt und etwas Quarz. Von letzterem konnte er auf mechanischem Wege nicht vollständig befreit werden, da selbst das Innere der Krystalle kleine Quarzkörnchen enthielt. Die vollständige Reinigung unterlag somit keinen besonderen Schwierigkeiten.

Die fein gepulverte Substanz wurde in einem Strome von Wasserstoffgas reducirt, in kochender verdünnter Schwefelsäure gelöst und nach langem Sieden von unlöslichem Rückstand, bestehend aus Quarz und etwas schwefelsaurem Baryt, abfiltrirt. Diese Lösung wurde unter Zusatz von etwas Salpetersäure längere Zeit erhitzt, um die geringe Menge des Eisens in Oxyd zu verwandeln, und das Manganoxydul hierauf mit Oxalsäure gefällt. Der Niederschlag wurde hierauf anfangs durch Decantiren, dann auf einem Filter so lange mit

heissem Wasser gewaschen, bis das ablaufende Waschwasser nicht mehr sauer reagirte. Das getrocknete oxalsaure Manganoxydul wurde hierauf durch Glühen in Oxydoxydul verwandelt. Dieses wurde auf einem Filter nochmals längere Zeit mit heissem Wasser gewaschen, und dann in Salzsäure unter Zusetzen von Alkohol aufgelöst. Diese Auflösung fällte ich mit kohlensaurem Ammoniak, wusch bis im Filtrat kein Chlor mehr nachweisbar war, löste das kohlensaure Salz in verdünnter Schwefelsäure, und dampfte die Lösung zur Krystallisation ein. Die erhaltenen Krystalle wurden zweimal umkrystallisirt. Zu diesem Behufe wurde das Salz jedesmal durch Erhitzen entwässert, dann fein gepulvert einer andauernden Rothglühhitze ausgesetzt, wieder in Wasser gelöst und filtrirt. Das zuletzt erhaltene Filtrat prüfte ich endlich auf seine Reinheit; Kaliumeisencyanur und Schwefelcyankalium gaben keine Spur einer Reaction auf Eisen. Eine grössere Quantität der Flüssigkeit mit Schwefelammonium gefällt und rasch abfiltrirt, gab im Filtrate mit oxalsaurem Ammoniak und phosphorsaurem Natron keine Reaction, ebenso gab salpetersaures Silberoxyd in der ursprünglichen Lösung keine Anzeichen eines vielleicht rückständigen Chlorgehaltes. Da ferner Lackmuspapier nicht im mindesten dadurch geröthet wurde, so durfte diese Lösung als vollkommen neutral und rein betrachtet werden. Sie wurde im Wasserbade zur Trockne verdampft, dann in einem Porzellantiegel bei circa 300° C. in einem Luftbade vollends getrocknet, dann gepulvert und in einer gut schliessenden Flasche aufbewahrt.

Durch einige vorläufige Versuche gewann ich die Überzeugung, dass das schwefelsaure Manganoxydul nicht bei der Temperatur einer Lampe vollständig zerlegt werden könne, sondern dass dazu ein höherer Hitzgrad erforderlich sei. Ich verwechselte daher die Reductionsröhre von Glas mit einer Porzellanröhre, die in einem Liebig-schen Verbrennungsofen bei Kohlenfeuer zu starker Rothgluth gebracht wurde. Im Übrigen blieb die Anordnung des Apparates dieselbe, nur liess ich das Gas auch unter einem noch etwas stärkeren Drucke wie früher darüber streichen. Auf diese Art wurde eine vollständige Reduction erzielt, denn im erhaltenen Schwefelmangan liess sich keine Spur von Schwefelsäure nachweisen.

Die Wägung des schwefelsauren Manganoxyduls erfordert etwas mehr Vorsicht, indem diese Substanz etwas stärker hygroskopisch ist als schwefelsaures Cadmiumoxyd. Bei Mengen von 4 bis 7 Grammen,

wie ich sie zu den einzelnen Versuchen nahm, betrug die Aufnahme von Feuchtigkeit aus der Atmosphäre 1 bis 3 Milligramm während der Dauer einer ersten Wägung. Indessen lässt sich durch die schon früher angeführten Vorsichtsmassregeln diese Fehlerquelle auf ein Minimum zurückführen. Die Porzellanschiffchen mit dem schwefelsauren Salz wurden nämlich wiederholt bei circa 260° C. im Luftbade erhitzt, über Schwefelsäure erkalten gelassen und gewogen, und diese Operation so oft wiederholt, bis zwei auf einander folgende Wägungen keine Differenz zeigten. Fast ohne Ausnahme stimmte schon die dritte Wägung mit der zweiten überein, ergab sich aber eine Differenz, so betrug sie nur den Bruchtheil eines Milligrammes. Hiernach ergibt sich, dass das Salz wohl etwas hygroskopisch ist, aber nicht in dem Masse um befürchten zu dürfen, dass das Resultat wesentlich dadurch könnte beeinträchtigt werden. Das erhaltene Schwefelmetall zeigte sich stets sehr fest zusammengebacken, es nahm kaum das halbe Volum von dem ein, welches das schwefelsaure Salz hatte. Ich gebrauchte auch hier die Vorsicht, das letztere stets fest in das Porzellanschiffchen zu drücken, um das Wegführen feiner Partikel durch das darüber strömende Gas zu verhindern. Anfänglich wurde immer mässig durch Auflegen einiger weniger Kohlen erhitzt, zuletzt aber bis zu starker Rothgluth. Das bei dieser höheren Temperatur erhaltene Schwefelmangan ist von dunkelgrüner Farbe und ist nicht im mindesten hygroskopisch. Lässt man eine Quantität im tarirten Zustande auf der Wage auch durch eine geraume Zeit, so zeigt sich kein Ausschlag. Das bei niedrigerer Temperatur erhaltene Schwefelmetall ist mehr blassgrün und ist dem Manganoxydul ähnlich.

Ich habe im Ganzen 11 Reductionsversuche gemacht, von denen ich zwei ausgeschieden und nicht in die folgende Berechnung aufgenommen habe, da sie von allen anderen hier angeführten Versuchen stark abwichen. Indessen konnte ich den dabei stattgehabten Fehler nicht genügend eruiren, und muss ihn irgend einem mechanischen Verluste zuschreiben. Die Resultate der übrigen 9 Versuche sind folgende:

Versuch	Angewandte Menge von schwefelsaurem Salz	Erhaltenes Schwefelmangan	Sauerstoff als Gewichtsverlust	Ein Theil schwefelsaures Manganoxydul enthält sonach Sauerstoff
	Gramm			
I.	4·0626	2·3425	1·7201	0·423398
II.	4·9367	2·8442	2·0925	0·423866
III.	5·2372	3·0192	2·2180	0·423508
IV.	7·0047	4·0347	2·9700	0·424001
V.	4·9157	2·8297	2·0860	0·424354
VI.	4·8546	2·7955	2·0591	0·424154
VII.	4·9978	2·8799	2·1179	0·423766
VIII.	4·6737	2·6934	1·9803	0·423771
IX.	4·7240	2·7197	2·0043	0·424280

Aus der Gleichung:

$$Mn \frac{4\,B\,O}{A-B} - S$$

worin *Mn* das Äquivalent des Mangans
O „ „ „ Sauerstoffs
S „ „ „ Schwefels
A die Menge des untersuchten schwefelsauren Salzes und
B „ „ „ erhaltenen Schwefelmangans bedeutet,
ergeben sich folgende berechnete Werthe:

Versuch	Berechnetes Äquivalent von Mangan wenn O = 8	Differenz von der Zahl 27·5	Berechnetes Äquivalent von Mangan wenn O = 100	Differenz von der Zahl 343·75
I.	27·5788	+ 0·0788	344·635	+ 0·885
II.	27·4955	— 0·0045	343·694	— 0·056
III.	27·5592	+ 0·0592	344·480	+ 0·730
IV.	27·4715	— 0·0285	343·394	— 0·356
V.	27·4086	— 0·0914	342·607	— 1·143
VI.	27·4442	— 0·0558	343·052	— 0·648
VII.	27·5132	+ 0·0132	343·915	+ 0·165
VIII.	27·5231	+ 0·0231	344·039	+ 0·289
IX.	27·4218	— 0·0782	342·772	— 0·978
Mittel	27·4906	0·0480	343·632	0·6000

Das Mittel dieser Zahlen ist demnach der Zahl 27·5 so nahe gelegen, dass sie wohl als die richtige betrachtet werden darf. Sie differirt nur um 0·1 von derjenigen, zu welcher Berzelius auf einem

ganz anderen Wege gelangt ist. Vorläufig dürfte es ganz gleichgiltig sein, ob wir 27·5 oder 27·6 als Äquivalent des Mangans nehmen, doch glaube ich jedenfalls den Beweis geliefert zu haben, dass das Äquivalent des Mangans gewiss tiefer als jenes des Eisens liegt und dass die von mir gefundene Zahl wohl nur sehr wenig von der Wahrheit entfernt sein dürfte.

Noch bevor ich die eben mitgetheilte Arbeit begonnen hatte, versuchte ich das Äquivalent des Mangans durch Reduction seines Oxydoxyduls in Wasserstoffgas zu ermitteln.

Wie schon früher erwähnt wurde, liegt ein grosser Übelstand darin, dass die Menge von Sauerstoff, welche das Oxydoxydul hiebei verliert, eine relativ geringe ist. Es liesse sich diese Fehlerquelle wohl einigermassen dadurch vermeiden, wenn man grössere Quantitäten, etwa 30 bis 40 Gramm, der Reduction unterwerfen würde. Ich hatte für die Darstellung des schwefelsauren Salzes eine Menge von circa einem halben Pfund Mangansuperoxyd auf einmal in Wasserstoffgas geglüht und fand, wiewohl die Schicht eine beträchtlich dicke war, dass die Reduction bis auf den Boden des grossen Nachens gleichmässig von statten gegangen war. Ein Theil des erhaltenen Oxyduls mit Salzsäure behandelt liess keine Entwicklung von Chlor bemerken. Eine Reduction grösserer Mengen von Oxydoxydul würde also in dieser Beziehung ganz gut ausführbar sein. Allein ich stiess hiebei auf eine andere nicht vorhergesehene Schwierigkeit.

Diese besteht darin, dass das auf künstlichem Wege erhaltene Oxydoxydul eine äusserst hygroskopische Substanz ist. Namentlich gilt dies von dem durch Glühen des oxalsauren oder kohlensauren Oxyduls erhaltenen Producte, wozu wohl seine feine Vertheilung theilweise mit beitragen mag. Das durch anhaltendes Glühen von salpetersaurem Oxydul erhaltene Oxydoxydul ist compacter und zieht etwas weniger begierig Feuchtigkeit an, aber immer noch viel zu schnell und zu viel, um mit irgend einer annähernden Genauigkeit gewogen werden zu können.

Ein directe in dieser Beziehung angestellter Versuch gab folgendes Resultat:

8·1 Gramm Oxydoxydul mit Salpetersäure befeuchtet und stark geglüht, wurden über Schwefelsäure erkalten gelassen. Nach dem Erkalten wurde der Tiegel möglichst rasch gewogen, wiewohl dies aus dem angeführten Grunde nur annäherungsweise möglich ist, und eine viertel Stunde darauf wieder gewogen. Die obige Menge hatte in dieser kurzen Zeit um 19 Milligramm an Gewicht zugenommen.

Da die gewöhnliche Bestimmung des Mangans bei Analysen darin besteht, das aus Glühen des kohlensauren Salzes erhaltene Oxydoxydul zu wägen, so kann dieser Umstand zu bedeutenden Fehlern Veranlassung geben, wenn er nicht gehörig berücksichtigt wird.

Um aus dem directen Verhältniss des Mangans zum Sauerstoff dennoch irgend einen controlirenden Beleg für die aus der Reduction des schwefelsauren Salzes deducirte Zahl zu erhalten, versuchte ich gewogene Mengen von reinem Manganoxydul in Oxydoxydul überzuführen, und zwar durch Glühen bei Zutritt der atmosphärischen Luft. Die Operation geschah in einem Platintiegel, dessen Deckel einen genauen Verschluss gab. Nach Beendigung des Glühens wurde der Deckel aufgelegt, über Schwefelsäure erkalten gelassen, gewogen und diese Operation so lange fortgesetzt, bis das Gewicht keine weitere Veränderung zeigte. Das Oxydul, wie es durch Reduction mittelst Wasserstoffgas bei starker Glühhitze erhalten wird, zeigte sich wenig hygroskopisch, und kann sonach besser gewogen werden. Um eine vollständige Oxydation zu bewirken, wurde das Pulver mittelst eines kleinen Platinspatels öfter umgerührt, und dieser letztere mitgewogen.

Zwei Versuche gaben folgende Resultate:

Versuch	Angewandtes Manganoxydul	Erhaltenes Oxydoxydul	Sauerstoff-Aufnahme für 100 Theile	Berechnetes Äquivalent	
	Gramm			0 = 8	0 = 100
I.	4·3808	4·710	7·5146	27·486	343·57
II.	8·3800	9·009	7·5059	27·527	344·08

Obwohl ich auf diese Zahlen kein zu grosses Gewicht lege, da ich die Überzeugung hege, dass bei wiederholten Versuchen wohl grössere Differenzen sich herausstellen würden, indem jedes Milli-

gramm das als Fehler in Rechnung gebracht wird, schon auf die erste Decimale des Äquivalentes influenzirt, so dienen sie doch einigermassen zur Bestätigung der früheren Resultate. Auch ist nicht zu zweifeln dass man, bei sehr genauer Arbeit und allen angewandten Vorsichtsmassregeln, wie ich sie bei diesen beiden Versuchen aufzuwenden bemüht war, durch das Mittel vieler Proben auf diesem Wege ebenfalls zu einem sicheren Schluss über das Äquivalent des Mangans gelangen könnte. Wesentlich würde dazu beitragen, wenn man noch viel beträchtlichere Quantitäten Oxydul hiezu verwenden würde, als ich es gethan.

Über die Zusammensetzung des schwefelsauren Cadmiumoxydes.

Von **Karl Ritter v. Hauer,**

Vorstand des Laboratoriums der k. k. geolog. Reichsanstalt.

Die chemische Constitution des schwefelsauren Cadmiumoxydes, welches erhalten wird, wenn man eine nicht überschüssige Säure enthaltende Lösung durch Abdampfen und Erkaltenlassen zur Krystallisation bringt, ist zuerst von Stromayer, dem Entdecker dieses Metalles, untersucht worden [1]. Es ist dies die gewöhnliche Form, welche zumeist erhalten wird, und unter Bedingungen entsteht, bei welchen sich die unter dem Namen der Vitriole bekannten Verbindungen der Schwefelsäure mit Metalloxyden von der Form RO bilden. Stromayer fand, dass 100 Theile wasserfreies Salz 34.2653 Theile Krystallwasser aufnehmen, wonach 100 Theile des krystallisirten Hydrates 25·51 Procent Wasser enthalten. Gestützt auf die Ergebnisse dieser Analyse nahm man in dieser Verbindung 4 Äquivalente Wasser an und schrieb dafür die Formel:

$$CdO.SO_3 + 4HO$$

welche seit dem Jahre 1818, in welchem Stromayer seine Untersuchungen über das Cadmium publicirte, keine weitere Bestätigung erhielt. Krystallographisch ist das Salz von Rammelsberg untersucht worden [2], welcher zeigte, dass dasselbe nicht, wie man früher vermuthet hatte, mit dem Zinkvitriol isomorph sei. Da das schwefelsaure Calmiumoxyd gleich allen übrigen zur Magnesiagruppe gehörigen Oxyden mit schwefelsaurem Ammoniak und Kali Doppelsalze bildet, die mit diesen isomorph sind und 6 Äquivalente Wasser enthalten, so hat Otto in seinem Lehrbuche die Vermuthung ausgesprochen, dass wohl auch ein Hydrat des schwefelsauren Cadmium-

---

[1] Schweigger's Journal, Bd. 22, S. 369.

[2] Sein Handbuch der krystallographischen Chemie. Berlin 1855, S. 104.

oxydes existiren dürfte, welches eine den Vitriolen analoge Menge Wasser enthalten müsse.

In der Absicht zu erfahren, ob die Darstellung eines solchen Salzes wirklich möglich, habe ich die Hydrate des schwefelsauren Cadmiumoxydes, wie sie bei verschiedenen Darstellungsweisen erhalten werden, einer genauen Untersuchung unterzogen, doch gelang es mir nicht, die Vermuthung von Graham zu bestätigen. Ich fand bei dieser Gelegenheit, dass aber auch ein Hydrat mit 4 Äquivalenten Wasser, wie es Stromayer beschrieb, nicht darstellbar sei [1]). Eine Reihe von Analysen ergab die Menge des Wassers zu 18·86 bis 19·05 Procent, wonach ich die Formel:

$$3\,CdO.SO_3 + 8HO$$

aufstellte, welche 18·75 Procente Wasser erfordert.

Bald darauf untersuchte Rammelsberg dieselbe Verbindung [2]) und fand 19·03 bis 19·27 Procent Wasser. Auf dieses Ergebniss gestützt nahm er an, das Salz enthalte 3 Äquivalente Wasser und sei nach der Formel:

$$CdO.SO_3 + 3HO$$

zusammengesetzt. Diese Formel erfordert indessen 20·64 Procente, was um 1·37 bis 1·61 Procent von der gefundenen Menge differirt.

Aus den interessanten Untersuchungen von Marignac über das Didym geht hervor, dass auch das Oxyd dieses Metalles mit Schwefelsäure ein Hydrat bildet, welches bezüglich seiner Krystallgestalt und Zusammensetzung mit der angeführten Cadmiumverbindung analog ist. Er berechnete aus seinen Analysen anfänglich dafür die Formel:

$$DiO.SO_3 + 3HO.$$

Spätere genauere Versuche veranlassten ihn aber die Formel:

$$3\,DiO.SO_3 + 8HO$$

aufzustellen. Rammelsberg, der die bemerkenswerthe Thatsache hervorhob, dass unter allen schwefelsauren Salzen diese beiden einzigen eine so eigenthümliche Zusammensetzung haben, und unter einander isomorph sind, hielt nun ebenfalls die Formel mit 8 Äqui-

---

[1]) Sitzungsberichte der kais. Akademie der Wissenschaften, Jännerheft 1855, S. 25.

[2]) Poggendorff's Annalen 1855, S. 54.

valent Wasser, die er früher als unwahrscheinlich verworfen hatte, für möglich [1]).

Um bezüglich des Cadmiumoxydes hierüber unzweifelhafte Gewissheit zu erlangen, habe ich in dem schwefelsauren Salz neuerdings die Menge des Wassers möglichst genau bestimmt. Ich war dazu um so mehr veranlasst, als auch über die Luftbeständigkeit dieser Krystalle verschiedene Erfahrungen bekannt gemacht wurden. So gibt Stromayer an, dass sie leicht verwittern, während Meissner sie luftbeständig fand [2]). Ich selbst habe zu wiederholten Malen Krystalle erhalten, die auch nach Monate langem Liegen an der Luft keine Veränderung erlitten, bald solche die sehr rasch verwitterten. Es konnte sonach vermuthet werden, dass die früheren Versuche theilweise mit unreinem Material waren angestellt worden. Ein kleiner Gehalt an schwefelsaurem Zinkoxyd konnte namentlich das Verwittern der Krystalle verursacht haben, und auch den Wassergehalt zu hoch haben finden lassen. Ich verwendete daher eine besondere Sorgfalt darauf, ein vollkommen reines schwefelsaures Cadmiumoxyd zur Bestimmung des Wassergehaltes darzustellen. Um dasselbe von Zinkoxyd, seiner hauptsächlichsten Vereinigung, absolut frei zu erhalten, wählte ich ein Verfahren, welches umständlich war, von dem sich aber erwarten liess, den beabsichtigten Zweck vollständig zu erreichen. Es wurde zu diesem Behufe ein durch Glühen von kohlensaurem Cadmiumoxyd erhaltenes Oxyd in Chlorwasserstoffsäure gelöst. Das erstere war durch Lösen des im Handel vorkommenden Metalles in Salpetersäure, Fällen mit sehr überschüssigem kohlensauren Ammoniak und vollständiges Auswaschen erhalten worden. Die salzsaure Lösung wurde mit einer äquivalenten Menge von Chlorbaryum, welches durch wiederholte Krystallisationen gereinigt worden war, versetzt und zur Krystallisation abgedampft. Da diese beiden Chloride ein leicht krystallisirbares Doppelchlorid geben, während die Chloride von Zink und Baryum keine chemische Verbindung eingehen [3]), so war zu erwarten, durch mehrmaliges Umkrystallisiren ein gewiss auch von den letzten Spuren Zinkoxyd, die ihm allenfalls

---

[1]) Sein Handbuch der krystallographischen Chemie. Supplement.

[2]) Gilbert's Journal, Bd. 58, S. 99.

[3]) Es ist bekanntlich keine krystallisirbare Verbindung des Chlorids von Zink und Baryum dargestellt worden. In dieser Hinsicht angestellte Versuche überzeugten mich, dass auch keine darstellbar sei.

noch anhaften konnten, absolut freies Cadmium zu erhalten. Die vollständige Trennung von Baryt unterlag natürlich keinen Schwierigkeiten. Die erhaltene Doppelverbindung der beiden Chlorsalze wurde nun viermal umkrystallisirt, durch Eindampfen und Erkaltenlassen, das letzte Mal aber durch freiwilliges Verdunstenlassen der Lösung über Schwefelsäure. Die so erhaltenen Krystalle wurden nun in ihrer Lösung durch Schwefelsäure vom Baryt befreit, das Cadmiumchlorid durch kohlensaures Ammoniak gefällt, nach hinlänglichem Auswaschen geglüht, in verdünnter Schwefelsäure gelöst und krystallisiren gelassen. Dieses Salz wurde endlich noch einmal umkrystallisirt durch freiwilliges Verdunstenlassen der erhaltenen Lösung bei gewöhnlicher Zimmertemperatur.

Diese Krystalle waren von seltener Schönheit, vollkommen durchsichtig und zeigten auch nach Wochen langem Liegenlassen an der Luft nicht die leiseste Spur einer Verwitterung.

Zur Bestimmung des Wassergehaltes wurden gewogene Mengen des lufttrockenen Salzes gradatim bis zum schwachen Glühen erhitzt und wieder gewogen.

I. 5·262 Gr.	verloren	0·990 Gr.	=	19·004	Procent	Wasser,
II. 8·653 „	„	1·636 „	=	18·906	„	„
III. 7·098 „	„	1·340 „	=	18·878	„	„

Es stimmt dies mit den von mir früher gefundenen Werthen sehr nahe überein, so dass die adoptirte Formel:

$$3\,CdO.SO_3 + 8HO$$

wohl ausser allem Zweifel steht. Die Differenz zwischen der gefundenen und berechneten Menge des Wassers beträgt nämlich etwas über 0·1 Procent.

Über die Zusammensetzung des Kalium-Tellurbromides und das Äquivalent des Tellurs.

Von **Karl Ritter v. Hauer,**

Vorstand des chem. Laboratoriums der k. k. geolog. Reichsanstalt.

Die Existenz einer krystallisirbaren Doppelverbindung von Kalium- und Tellurbromid wurde von Berzelius nachgewiesen. Doch ist dieses Salz weder von ihm noch später je einer analytischen Untersuchung unterzogen worden. Gleichwohl ist es eine der schönsten und best krystallisirbaren aller bekannten Tellurverbindungen. Es lässt sich beliebig oft, ohne eine Zersetzung zu erleiden, umkrystallisiren, und kann daher in einem Zustand ausgezeichneter Reinheit dargestellt werden. Es lässt sich ferner bei einer Temperatur entwässern, die um ein Geringes höher ist, als jene des Wasserbades und zeigt sich im wasserfreien Zustande wenig hygroskopisch. Alle diese Eigenschaften, welche ich bei wiederholten Darstellungen desselben kennen lernte, veranlassten mich einige Analysen auszuführen, um aus den Resultaten das bisher adoptirte Äquivalent des Tellurs zu controliren.

Das chemische Äquivalent des Tellurs ist zwar von Berzelius durch mehrere Oxydationsversuche zu verschiedenen Zeiten ermittelt worden, aber diese Versuche wurden nie wiederholt und überhaupt sind so wenige Tellurverbindungen bisher noch analytisch untersucht worden, dass die Zerlegung eines durch besondere Krystallisationsfähigkeit ausgezeichneten Tellursalzes wohl als Beleg für den gedachten Zweck dienen kann. Die neuere Zeit hat es zur Genüge gelehrt, wie nothwendig es ist die Äquivalente der Grundstoffe wiederholt und auf verschiedenen Wegen zu prüfen, da auch mehrere übereinstimmende Resultate, aber erzielt nach ein und derselben Methode, nicht immer einen vollgiltigen Beweis für die Richtigkeit der erhaltenen Zahl liefern. Ich erinnere beispielsweise an die Arbeit von R. Schneider über das Äquivalent des Antimons, aus welcher

hervorgeht, dass dasselbe durch 30 Jahre hindurch um nicht weniger als neun ganze Einheiten zu hoch genommen wurde.

Wenn in der vorliegenden Arbeit die Berechnung des Tellur-Äquivalentes sich auf die bekannten Äquivalente des Kaliums, Silbers und Broms stützt, so könnte die erhaltene Zahl wenig Vertrauen verdienen, im Falle über das Äquivalent des Tellurs noch gar keine Versuche vorliegen würden. Da ich aber auf einem so sehr verschiedenen Wege von dem, wie ihn Berzelius einschlug fast zu derselben Zahl wie er gelangt bin, so darf aus eben diesem Grunde mein Resultat um so mehr als eine Bestätigung seiner Angabe genommen werden.

Zur Darstellung des Kalium-Tellurbromides gibt Berzelius folgendes Verfahren an: Man mischt wässriges zweifach Bromtellur mit Chlorkalium und lässt krystallisiren. In der Mutterlauge bleibt zweifach Chlor- und zweifach Bromtellur. Das zweifach Bromtellur erhielt er aber, indem er in eine unten in Eis gekühlte Glasröhre Brom brachte, und unter öfterem Umschwenken nicht überschüssiges gepulvertes Tellur zusetzte und schliesslich das überschüssige Brom im Wasserbade verdunstete.

Da die Einwirkung des Broms auf Tellur eine ausserordentlich heftige ist, so eignet sich dieses Verfahren nur um kleine Mengen von Tellurbromid darzustellen. Selbst in dem in Eis gekühlten Gefässe findet eine starke Erhitzung Statt, und es entwickeln sich bei der gesteigerten Temperatur alsbald gelbe Dämpfe von Tellurbromid, so wie auch viel freies Brom sich verflüchtigt. Ferner wird das Metall durch das sich bildende Bromid umhüllt, so dass dadurch die weitere Einwirkung des Broms verhindert wird. Man findet daher nach dem Auflösen der Masse in Wasser stets viel metallisches Tellur, welches unverbunden zurückblieb, und es geht bei diesem Processe viel Brom unnütz verloren. Zur Darstellung grösserer Mengen operirte ich daher in folgender Weise:

In einem zu verschliessenden Kolben wurden Stückchen des Metalles mit verdünnter Bromwasserstoffsäure übergossen und hierauf eine Quantität Brom zugesetzt, der Kolben aber verschlossen und so lange stehen gelassen, bis das Brom verschwunden war. Diese Operation wurde so oft wiederholt, als sich noch unverbundene Theile des Metalles in der Lösung befanden. Die Einwirkung des Broms erfolgt hier fast ohne Erhitzung, doch geht aber die Verbin-

dung desselben mit dem Tellur rasch von statten, besonders wenn man den Kolben öfters umschwenkt. Durch Verdampfen der rubinrothen Lösung zur Trockne im Wasserbade erhält man das trockene Tellurbromid. Lässt man die so erhaltene gelbe Masse in einer wässrigen Auflösung von Chlorkalium, so erhält man beim Verdunsten die von Berzelius angegebene Doppelverbindung. Bei der Analyse dieser Krystalle zeigte sich indessen, dass dieselben auch etwas Chlor, von der Mutterlauge herrührend, enthalten. Doch ergab sich das Resultat, dass Kalium und Tellur in gleichen Äquivalenten-Verhältnissen zugegen sind. Um nun ein von Chlor gewiss vollkommen reines Salz zu erhalten, stellte ich dasselbe mit Ausschliessung der Anwendung von Chlorkalium nach einer anderen Methode dar.

Fein gepulvertes metallisches Tellur und Bromkalium wurden in äquivalenter Menge in einen Kolben gegeben, und so viel Wasser zugefügt bis das Bromkalium vollständig gelöst war. Nun wurde Brom in kleinen Antheilen unter öfterem Umschwenken des Kolbens zugesetzt, und dabei so verfahren, wie es früher bei der Darstellung des Tellurbromides angegeben wurde. Das sehr fein vertheilte Tellurmetall, wie es durch die Fällung mit schwefliger Säure erhalten wird, ist zu diesem Behufe sehr geeignet. Die entstandene dunkelrothe Flüssigkeit wurde längere Zeit erwärmt, zur Austreibung des allenfalls im Überschusse zugesetzten Broms, dann filtrirt, da sich stets ein gelblicher Bodensatz bildet und erkalten gelassen. Die Löslichkeit der Verbindung in der Wärme ist bedeutend höher, so dass beim Erkalten einer in der Hitze concentrirten Lösung eine grosse Menge von Krystallen anschiesst. Bei langsamem Verdunsten über Schwefelsäure erhält man Krystalle, welche eine Grösse von einem halben Zoll Durchmesser erreichen. In wenig heissem wie kaltem Wasser lösen sie sich unzersetzt, bei stärkerer Verdünnung scheidet sich aber tellurige Säure aus. Da bei dem freiwilligen Verdunsten die Lösung stark efflorescirt, so ist es gut die Ränder des zur Krystallisation bestimmten Gefässes mit Fett zu bestreichen.

Die so erhaltenen Krystalle wurden nun viermal umkrystallisirt, die beiden ersten Male durch Erkaltenlassen der in der Hitze concentrirten Lösungen, dann aber durch freiwilliges Verdunstenlassen der Lösung über Schwefelsäure. Das zuletzt angeschossene Salz wurde bei 120 Grad C. getrocknet und über Schwefelsäure erkalten gelassen.

Da, wie früher angeführt wurde, das Salz Kalium und Tellur in äquivalenter Menge enthält und im wasserfreien Zustande daher nach der Formel

$$KaBr + TeBr_2$$

zusammengesetzt ist, so liess sich aus der Menge des darin enthaltenen Broms, das Äquivalent des Tellurs berechnen. Bie Bestimmung geschah durch Auflösen einer gewogenen Menge wasserfreien Salzes in verdünnter Salpetersäure und Fällung mittelst einer Lösung von reinem salpetersauren Silberoxyd. Fünf Versuche gaben folgende Resultate unter Zugrundelegung des Silbers = 108·1 und Brom = 80:

2·000	Gr. der Substanz gaben	69·9460	Procent Brom,
6·668	„ „ „ „	69·8443	„ „
2·934	„ „ „ „	69·9113	„ „
3·697	„ „ „ „	70·0163	„ „
1·000	„ „ „ „	69·9001	„ „
	Im Mittel:	69·9236	Procent Brom.

Das Salz besteht also in 100 Theilen aus:

69·9236 Brom,
30·0764 Kalium und Tellur.

Setzt man das Äquivalent des Kaliums = 39·2, so ergibt sich aus dieser procentischen Zusammensetzung das Äquivalent des Tellurs = 64·03 oder da einer zweiten Decimalstelle gar kein Werth beizulegen, ist in runder Summe = 64. (800, wenn O = 100.) Berzelius, der das Äquivalent des Tellurs durch Oxydation des Metalls mittelst Salpetersäure und Wägen der entstandenen tellurigen Säure bestimmte, fand bei seiner ersten Arbeit im Jahre 1813 [1]), dass 100 Theile Metall 124·8 tellurige Säure und in einem zweiten Versuche, dass 201·5 Theile geschmolzenes tellursaures Bleioxyd 157 Theile schwefelsaures Bleioxyd gaben, und berechnete hiernach das Äquivalent des Tellurs = 806·48 bis 819. (64·5 — 65·5, wenn H = 1.)

Im Jahre 1833 wiederholte Berzelius die Versuche das Äquivalent durch Oxydation mittelst Salpetersäure zu bestimmen [2]), und

---

1) Schweigger's Journal, Band 22, S. 73.
2) Poggendorff's Annalen, 32. Band, S. 14.

fand in drei Versuchen, dass 100 Theile Metall 24·9116, 24·9443, 24·9456 Theile Sauerstoff aufnahmen, und berechnete aus dem Mittel der zwei letzten Versuche das Äquivalent des Tellurs = 801·76 (64·14, wenn $H = 1$).

Diese Zahl differirt also nur am 0·14 von derjenigen, welche ich auf einem ganz anderen Wege gefunden habe. Die runde Zahl 64 ist übrigens schon von vielen Chemikern, namentlich von Gmelin in seinem grossen Handbuche aufgenommen worden, wiewohl sie experimentell bisher nicht nachgewiesen war.

Zur Bestimmung der Zusammensetzung des Salzes im krystallisirten Zustande erübrigte noch die Menge des Krystallwassers zu erfahren.

Drei Versuche gaben folgende Resultate:

0·935 Gr.	Krystalle verloren durch Erhitzen	7·27	Procent Wasser,
1·346 „	„ „ „ „	7·42	„ „
0·987 „	„ „ im Wasserbade	7·29	„ „
	Im Mittel:	7·32	Procent Wasser.

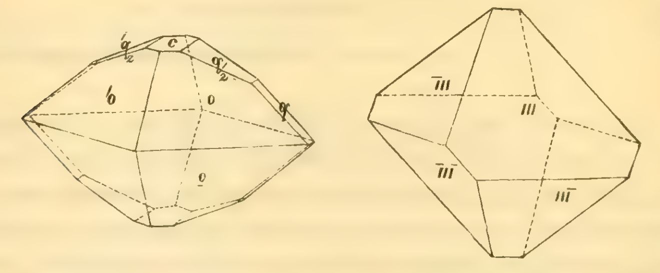
Schliesslich wurde noch zur Controle die Menge des Kaliums bestimmt. Erhitzt man die Krystalle nach Austreibung des Wassers stärker, so entweicht die grössere Menge des Tellurbromides in gelben Dämpfen, während Bromkalium zurückbleibt. Doch lässt sich dasselbe nicht vollkommen auf diese Weise entfernen, da ein kleiner Theil des Bromides durch den Zutritt der atmosphärischen Luft in tellurige Säure verwandelt wird. Zur Bestimmung des Kaliums darf man daher nicht so stark erhitzen, dass die rückständige Masse ins Schmelzen geräth, weil sonst die zurückbleibende Menge der tellurigen Säure tellurigsaures Kali bilden könnte. Laugt man mit Wasser aus, so löst sich das Bromkalium, während die durch Erhitzung entstandene kleine Menge wasserfreier telluriger Säure ungelöst zurückbleibt. Man filtrirt und das zur Trockne verdampfte Filtrat gibt die Menge des im Salze enthalten gewesenen Bromkaliums.

0·935 Gr. Krystalle gaben nach dieser Weise behandelt 0·294 Gr. Bromkalium = 10·34 Procent Kalium. Hieraus ergibt sich für das krystallisirte Salz die Formel:

$$KaBr + TeBr_2 + 3HO$$

		Theorie		Versuch
1 Äquivalent	Ka	39·2	10·58	10·34
1 „	Te	64	17·28	17·51
3 „	Br	240	64·82	64·83
3 „	HO	27	7·29	7·32
$KaBr + TeBr_2 + 3HO$		370·2	99·97	100·00

Beim Erhitzen verliert das Salz sein Krystallwasser, ohne zu schmelzen, bei stärkerem Erhitzen entweicht alsogleich Tellurbromid. Das entwässerte Salz ist von orangegelber Farbe, welche bei jedesmaligem Erhitzen etwas dunkler wird, beim Erkalten aber verschwindet. Die Krystalle sind undurchsichtig, von dunkelrother Farbe und lebhaftem Flächenglanz. An trockener Luft verwittern sie oberflächlich und werden gelb. Die krystallographische Bestimmung hat auf mein Ersuchen Herr Dr. Grailich übernommen und mir folgende Resultate seiner Messung, so wie die beigefügten Zeichnungen mitgetheilt.



Orthotyp, ist in den makrodiagonalen Kanten durch die Flächen des ersten und zweiten Brachydoma abgestumpft: mit den Brachydomenflächen tritt immer auch die gerade Endfläche auf. Gewöhnlich sind die Krystalle nach einem Orthotypflächenpaar verzogen und erinnern dann einigermassen an das gewöhnliche Vorkommen des krystallisirten Alauns.

Die optischen Verhältnisse wird Herr Dr. Grailich demnächst selbst veröffentlichen.

SITZUNG VOM 25. JUNI 1857.

Eingesendete Abhandlungen.

Delle dottrine del terzo suono, ossia della coincidenza delle vibrazioni sonore, con un cenno sulla analogia, che presentano le vibrazioni luminose dello spettro solare.

Memoria I del **Professore Zantedeschi.**

(Con una tavola.)

(Vorgelegt in der Sitzung vom 22. Mai 1857.)

Noi in altro scritto vedremo che un solo identico corpo sonoro messo in vibrazione dà origine sopra sè stesso a più suoni; ora noi dobbiamo osservare che due corpi sonori differenti messi in vibrazione contemporaneamente producono un suono o al di sotto o fra i medesimi; per cui un tale fenomeno venne detto del terzo suono. Noi andiamo debitori di questa scoperta al Tartini, il quale la rese di pubblico diritto nella sua Opera: Trattato di Musica secondo la vera scienza dell'armonia, che venne alla luce in Padova coi tipi di Manfrè nella stamperia del Seminario, nel 1754. E come chè il Sigr. D'Alembert affermi nella Prefazione alla nuova edizione dei suoi Elementi di Musica teorica e pratica secondo i principi i di Rameau impressi in Lione l'anno 1766, che Romieu della Società Reale delle Scienze di Montpellier aveva presentato a detta Società nel 1753, cioè un anno innanzi che fosse stata pubblicata l'Opera del Tartini, una Memoria stampata lo stesso anno, che trattava diffusamente del fenomeno del terzo suono; tuttavia il Tartini non è debitore di questa scoperta che a sè medesimo, il quale la fece in Ancona fino dall' anno

1714 nell' età di ventidue anni, suonando il violino. Egli diede notizia di questa scoperta, come egli medesimo attesta nella sua Dissertazione dei principii dell' armonia musicale, data alla luce in Padova nel 1767 (capo 2, §. 3), ai Professori dell' arte, e la stabilì come principio di perfetto accordo nella sua scuola di Musica aperta in Padova fino dal 1728. Dalla scuola impertanto del Tartini la scoperta del terzo suono si diffuse dentro e fuori d'Italia venticinque anni prima che Romieu l'avesse a partecipare all' Accademia di Montpellier.

Il fenomeno avvertito dal Tartini consisteva in ciò, che da due suoni eccitati da uno strumento qualunque musicale, se ne ha un terzo come risultante. Egli è necessario al conseguimento dell' effetto che i due suoni sieno sostenuti per un dato tempo e sieno intensi. Supponiamo che da un suonator di violino si suonino contemporaneamente con arcata forte e sostenuta degli intervalli perfettamente intonati e presi tutti relativamente a una stessa nota fondamentale di perfetto accordo, si sentiranno dei terzi suoni affatto distinti. Lo stesso accadrà se i presi intervalli saranno suonati da due suonatori di violino distanti fra loro cinque o sei passi: suonando ciascuno la sua nota nello stesso tempo, e sempre con arcata forte e sostenuta, si sentirà dall' uditore posto nel mezzo dei due suonatori molto più il terzo suono, che vicino a ciascuno di essi. Si avrà lo stesso effetto da due suonatori di oboe posti fra loro in distanza molto maggiore. Essendo il suono dell' oboe più forte di quello del violino, si sentirà anche meglio il risultante terzo suono; e nel mezzo dei due suonatori si udirà egregiamente.

Io invito gli studiosi a leggere l'Opera originale del Tartini, come ancora quelle del Pizzati e del Vallotti, che parlarono di questo fenomeno (Pizzati. La Scienza dei suoni e dell' armonia, Venezia 1782, presso Giovanni Gritti. Vallotti. Della Scienza teorica e pratica della moderna Musica, Padova, Stamperia del Seminario, presso Giovanni Manfrè, 1779). Io non amo di entrare in lunga discussione delle loro teorie, come di quelle riportate dai Fisici nei loro Trattati, perchè mi dilungherei troppo soverchiamente, e forse con noja de' miei lettori e con poco frutto della scienza, non avendo avuto essi mezzi così precisi e perfetti, quali noi possediamo a' nostri giorni per determinare il numero delle vibrazioni, che costituisce un dato tono: riporterò in quella vece i risultamenti delle mie

esperienze, che io ho eseguite coll' assistenza del Sigr. Maestro di organi Marzolo di Padova [1]). Io ho ritrovato in ogni terzo suono, che esso è rappresentato dal numero delle vibrazioni, che si ha dalla differenza dei due numeri esprimenti le vibrazioni dei due dati suoni. Allorchè questa differenza non giunge a trentadue vibrazioni per secondo, si ha sbattimento, e non suono propriamente detto. Il terzo suono ora trovasi al di sotto dei due dati, ed ora si rinviene fra essi, ma non mai al di sopra. I seguenti risultamenti mettono in chiaro quanto ho asserito.

Serie Prima.

Esperienza I.

Suoni dati . . . . Terzo suono osservato

Do di due piedi . . . . *Mi* terza maggiore . . . *Do* della doppia ottava grave.

I due dati toni in numero di vibrazioni . . Differenza

512 . . 640 . . 128.

Il terzo suono dedotto dalla differenza dei numeri delle vibrazioni risponde perfettamente al *do* osservato, perchè il numero 128 è il *do* della doppia ottava grave di 512. Il calcolo adunque è in perfetto accordo coll' esperienza.

Esperienza II.

Suoni dati . . . . Terzo suono osservato

Sol del *do* di 4 piedi . . . *Re* . . . *Sol* della doppia ottava grave.

I due dati toni in numero di vibrazioni . . . Differenza

384 . . 288 . . 96.

Ancor quì il terzo suono calcolato è lo stesso del terzo suono osservato, perchè il numero 96 esprime il *sol* del *do* di 64, che è la doppia ottava grave di 256.

---

[1]) Questo distinto ingegno inventivo e meccanico conosciuto in Italia e fuori pel suo organo automatico, si prestò egregiamente alla costruzione di varii apparati di Acustica che trovai necessarii allo schiarimento di alcune questioni. Chi amasse di avere una collezione completa di Acustica moderna, potrebbe rivolgersi al medesimo, colla certezza che gli apparati, che avvessero ad uscire dalle mani del Marzolo, sarebbero in ogni parte perfetti.

Esperienza III.

Suoni dati . . . . Terzo suono osservato

Do di 2 piedi . . . *La* terza minore . . . *Fa* dell'ottava grave immediata.

I due dati toni in numero di vibrazioni . . . Differenza

512 . . 853·33 . . 341·33.

Si ha perfetta corrispondenza fra il terzo suono osservato e il terzo suono calcolato, avvegnachè il numero 341·33 rappresenta il *fa* dell' ottava grave immediata, che ha per *do* 256 vibrazioni. Fino a quì abbiamo noi ripetuto l'andamento, che abbiam tenuto nel calcolo. Nelle susseguenti esperienze non faremo che mettere in colonna i toni dati, e il terzo suono osservato, col relativo numero delle vibrazioni esprimenti i suoni dati e il terzo suono dedotto.

Esperienza IV.

Suoni dati . . . . Terzo suono osservato

Do di 2 piedi . . *Fa* quarta . . . *Fa* del *do* di 8 piedi, ossia della doppia ottava grave.

I due toni in numero di vibrazioni . . Differenza

512 . . 682·66 . . . 170·66.

Il numero 170·66 rappresenta perfettamente il *fa* della doppia ottava grave di 512.

Esperienza V.

Suoni dati . . . . Terzo suono osservato

Do di 2 piedi . . *mi*^{b} terza minore . *La*^{b} del *do* di 8 piedi o della doppia ottava grave.

I due dati toni in numero di vibrazioni . . Differenza

512 . . 614 . . 102.

Il numero 102 rappresenta esattamente il *la*^{b} del *do* di 8 piedi, ossia della doppia ottava grave.

Esperienza VI.

Suoni dati . . . . Terzo suono osservato
Do di 16 piedi . . *Sol* . . . *Do* di 32 piedi.
I due dati toni in numero di vibrazioni . . Differenza

64 . . 96 . . 32.

Il numero 32 esprime il limite del suono netto e preciso musicale.

Esperienza VII.

Suoni dati . . . . Terzo suono osservato
Do di 16 piedi . . *Re* . . . Sbattimenti.
I due dati toni in numero di vibrazioni . . Differenza

64 . . 72 . . 8.

Il numero 8 rappresenta gli sbattimenti osservati.

Esperienza VIII.

Suoni dati . . . . Terzo suono osservato
Do di 16 piedi . . . *Si* . . . *Si*♭.
I due dati toni in numero di vibrazioni . . Differenza

64 . . . . 120 . . . 56.

Il numero 56 esprime il *si*♭ osservato.

Esperienza IX.

Suoni dati . . . . Terzo suono osservato
Sol di 16 piedi . . *Sol* ottava . . Rinforzo
del *sol* di 16 piedi.
I due dati toni in numero di vibrazioni . . Differenza

96 . . . 192 . . . . 96.

Il numero 96 esprime il rinforzo al *sol* di 16 piedi. Adunque nei rinforzi non si ha mai l'intensità rappresentata dalla somma dei due suoni dati, perchè quì si dovebbe avere per somma 288, e in quella vece si à 192.

Esperienza X.

Suoni dati . . . . Terzo suono osservato
Do di 4 piedi . . . *Re* . . . Sbattimenti.
I due dati toni in numero di vibrazioni . Differenza

256 . . 263 . . 7.

Il numero 7 rappresenta i forti sbattimenti osservati.

Esperienza XI.

Suoni dati . . . . Terzo suono osservato
Do di 4 piedi . . *Sol* . . . *Do* immediatamente grave.
I due dati toni in numero di vibrazioni . . Differenza

256 . . 384 . . . . 128.

Il numero 128 esprime il *do* immediatamente grave dato dall'esperienza.

Esperienza XII.

Suoni dati . . . . . . Terzo suono osservato
Do di 4 piedi . . *La* . . *Fa* dell'ottava grave immediata.
I due dati toni in numero di vibrazioni . . Differenza

256 : . 426·66 . . . . 170·66.

Il numero 170·66 esprime il *fa* dell'ottava grave immediata, che è del *do* 128.

Esperienza XIII.

Suoni dati . . . . Terzo suono osservato
Do di 4 piedi . . *Si* . . Si^b circa.
I due dati toni in numero di vibrazioni: . . Differenza

256 . . 480 . . . . 224.

Il numero 224 esprime il suono prossimo inferiore al si^b, il quale fu soltanto per approssimazione nell' esperienza determinato.

Esperienza XIV.

Suoni dati . . . . Terzo suono osservato
Do di 8 piedi . . *Do* di 2 piedi . . . *Sol* del *do* dell'ottava immediamenta acuta.
I due dati toni in numero di vibrazioni . . . Differenza
128 . . 512 . . . . 384.

Il numero 384 esprime esattamente il *sol* dell' ottava immediata superiore, che è rappresentata da 256 vibrazioni.

Esperienza XV.

Suoni dati . . . . . Terzo suono osservato
Do di 4 piedi . . *Sol* . . *Do* dell' ottava superiore acuta.
I due dati toni in numero di vibrazioni . . Differenza
256 . . 768 . . . 512.

Il numero 512 esprime esattamente il *do* dell'ottava acuta immediata.

Queste esperienze io feci eseguire sul grande organo della Basilica del Santo in Padova dal Signor Maestro Marzolo: al quale io proposi le relative investigazioni; e v'intervenne ancora il Sigr. Dr. Luigi Borlinetto Assistente alla mia Cattedra di Fisica, il quale pure con altri ebbe a confermare l'esistenza dei terzi suoni, che a mano a mano veniva assicurata dal Marzolo, che si ritrovava in prossimità alle canne risuonanti. Noi tutti eravamo nella Cappella detta della Madonna Mora d'incontro all'organo, nella quale i terzi suoni nell'aria si udivano distinti dai suoni dati. Si fu in questa occasione che io ebbi la riprova della risonanza, che nel repieno dell'organo dà la Chiesa del Santo. Essa è il *si*$^{\flat}$, che si fa sentire in un modo evidente sotto la maestà di quelle volte. Un Maestro di Musica, che avesse egli a comporre un canto ecclesiastico in *si*$^{\flat}$, o nei due toni, che danno per terzo suono il *si*$^{\flat}$ avrebbe un effetto il più sorprendente in quel tempio. Non devono mai i Maestri dell' Arte dimenticare questo principio tutte le volte che essi compongono una nuova musica per una Chiesa o per un teatro. Non solo devono aver essi riguardo all' estensione delle voci che devono eseguire la musica, ma ancora all'armonia, alla quale il luogo risponde.

Gli anzidetti terzi suoni furono ancora confermati negli esperimenti successivi, de' quali mi fu cortese il Sigr. Marzolo sull' organo che conserva nella propria casa. Nel corso di Acustica, che io diedi alla scuola di Fisica nella Università di Padova nel I. semestre del 1856 — 1857 io ho verificato la legge da me stabilita con tre canne, delle quali la più corta era della lunghezza di 0·25 e del lato quadrato di 0·04; la media della lunghezza di 0·328 e del lato quadrato di 0·04; e la terza della lunghezza di 0·987 e del lato quadrato di 0·04. (V. la Tavola.) La prima di queste tre canne dava il *si*♭ del *do* di 1024, e la seconda il *sol* della stessa ottava. Il terzo suono risultante si fu il *mi*♭ della seconda ottava grave del 1024, il quale era perfettamente all' unissono col tono della canna più lunga. Ora il *si*♭ è rappresentato in vibrazioni da 1843·2; il *sol* è rappresentato dal numero 1536. La differenza di questi due numeri è espressa da 307·2 questo numero rappresenta esattamente il *mi*♭ della seconda ottava grave, quale fu dato dall' esperienza.

Per verificare la legge della differenza de' due dati suoni io ho cercato di istituire esperienze con istrumenti a corda, e con istrumenti a fiato differenti dagli organi, come sarebbe il violino, il violoncello, il corno e l'oboe. Ma nel determinare il terzo suono, che non manca mai quando l'esperimento è eseguito a dovere, ho dovuto convincermi delle difficoltà che si parano innanzi per assicurarsi con precisione del tono netto ed esatto, che ne risulta. Bisogna sempre che i suoni eccitati sieno forti e lungamente sostenuti; occorre un orechio perfetto e bene educato, onde contemporaneamente abbia l'esperimentatore la distinta percezione de' tre suoni. Il suono risultante è sempre il più debole o fiacco; non di rado è in armonia coi suoni dati, cioè è equissono o trovasi sulla terza, sulla quinta, ec: e la posizione, nella quale si ode distintamente, varia colla intensità dei suoni. In generale lo sperimentatore de e collecarsi fra i due suonatori, e più dappresso a quello, che intuona la nota più alta; anzi stando ancora al di dietro di questo, non manca di udirsi nell' aria il terzo suono distinto dai due suoni generatori. Non così però si ode nettamente il terzo suono in prossimità di chi intuona la nota più grave. Non ostante tutte le precauzioni, il giudizio de' sperimentatori non sempre si accorda nella determinazione del terzo suono. Accade talvolta che sembra indeterminato, sebbene non si possa negarne l'esistenza; talvolta per un orecchio è preciso, per un altro non

ugualmente. Da ciò ne emergono le discrepanze, che si ritrovano negli scrittori, che hanno determinato il terzo suono ad orecchio semplicemente, come fecero il Tartini, il Vallotti, e non pochi Fisici. Il modo di sperimentare di A. Sorgo, seguito ancora dal Biot, a mezzo di canne d'organo, io lo trovo il migliore. Quì non manca il tipo di confronto, e per tutto quel tempo che occorre, per escludere qualsivoglia dubbiezza. Si narra che il Sigr. Sorgo avesse anche prima del Tartini scoperto il terzo suono facendo sull' organo suonare il *do* e la *quarta*, cioè il *do* e il *fa* contemporaneamente, i quali erano forti e protratti: per tal modo avrebbe ottenuto un suono più grave. Se il Sorgo avesse presa l'ottava, che ha la tonica di 128, avrebbe udito nella doppia ottava grave il *fa* armonizzare col *fa* acuto della doppia ottava superiore.

Per le difficoltà incontrate negli sperimenti ad orecchio, sono stato costretto a doverli ripetere colle canne di organo, le quali mi fornirono sempre il mezzo il più sicuro del disinganno o della certezza de' terzi suoni assegnati. Io amo di riferire una serie di sedici esperienze, nelle quali otto furono gli errori susseguentemente scoperti colle canne ad organo. La prima nota dei suoni dati è sempre la più grave. Gli oboe erano perfettamente intonati dai Sigr. Professori Pighi, padre e figlio, che hanno rinomanza nell' arte loro; ed alcuni miei amici e Maestri di Musica assistevano a questo saggio di Acustica nella mia abitazione la sera del Giovedi Santo, cioè del 9 di Aprile del 1857.

Serie Seconda.

Esperienza I.

Suoni dati		Terzo suono
Do di un piede	*Mi* terza maggiore	Differenza
1024	1280	256.

Questo numero 256 rappresenta il *do* della doppia ottava grave. L'esperimento eseguito sull' organo lo verificò perfettamente. Non si vuol dimenticare, che nell' esperimento ad orecchio era stato assegnato il *do* immediamente grave.

Esperienza II.

Suoni dati		Terzo suono
Do#	*Mi*	Differenza
1066·66	1280	213·34.

Questo numero 213·34 esprime il *la* della terza ottava grave che ha per *do* il 128, e consuona perfettamente colla teoria. L'esperimento sull' organo confermò questo terzo suono, ma ad orecchio nelle esperienze cogli oboe fu asserito essere il *la* della seconda ottava grave in luogo della terza.

Esperienza III.

	Suoni dati	Terzo suono
Si	*Mi*	Differenza
960	1280	320.

Questo numero esprime il *mi* dell' immediata ottava grave, che ha per *do* il 256; e consuona colla teoria, coll' osservazione ad orecchio, e coll' esperimento sull' organo.

Esperienza IV.

	Suoni dati	Terzo suono
Si	*Sol*	Differenza
960	1536	576.

Questo numero esprime il *re* della stessa ottava del *si*, cioè del 512; ed è in accordo perfetto colla teoria e coll' esperimento dell'organo. L'osservazione ad orecchio nell' esperimento dell' oboe aveva assegnato il *sol* dell' ottava grave immediata.

Esperienza V.

	Suoni dati	Terzo suono
Si^{b}	*Sol*	Differenza
921·6	1536	614·4.

Questo numero esprime il *mi*^{b} della stessa ottava del *si*^{b}, cioè del 512; e quadra perfettamente coll' esperienza sull' organo, colla teoria e coll' osservazione nell' esperimento sugli oboe.

Esperienza VI.

	Suoni dati	Terzo suono
Do	*Sol*	Differenza
1024	1536	512.

Questo numero esprime il *do* dell' immediata ottava grave; e quadra perfettamente colla teoria e colle esperienze fatte sugli oboe e sull' organo.

Esperienza VII.

	Suoni dati	Terzo suono
Si♭ . .	*Fa*	Differenza
921·6 . .	1365·33	453·73.

Questo numero esprime il *la*#dell' ottava immediatamente grave con molta approssimazione. La teoria avrebbe dato per il *la*#444·44. La differenza non sarebbe che di 0·71. L'osservazioni cogli oboe e coll' organo corrisposero esattamente.

Esperienza VIII.

	Suoni dati	Terzo suono
La . .	*Si*	Differenza
1706·66 . .	1920	213·34.

Questo numero esprime il *la* della terza ottava grave, che ha per *do* il 128. S'accorda colla teoria e coll' esperienza sull' organo; ma non con l'osservazione fatta ad orecchio sugli oboe, che diede il *la* della doppia ottava grave, e nemmeno s'accorda col Tartini, che assegnò il *sol* della seconda ottava grave.

Esperienza IX.

	Suoni dati	Terzo suono
Si . .	*Do*	Differenza
960 . .	1024	64.

Esprime questo numero il *do* della terza ottava grave. Risponde colla teoria e coll' esperienza sull' organo; ma l'osservazione sugli oboe non diede che un suono grave indeterminato.

Esperienza X.

	Suoni dati	Terzo suono
Sol . .	*Sol*#	Differenza
1536 . .	1600	64.

Questo numero esprime il *do* della quarta ottava grave. Risponde colla teoria e coll' esperienza sull' organo, ma l' osservazione sugli oboe non diede che un suono grave indeterminato.

Esperienza XI.

	Suoni dati	Terzo suono
Mi .	*Do* di ½ piede . . .	Differenza
1280 . . .	2048	768.

Questo numero esprime il *sol* dell' ottava grave immediata, che ha per *do* il 512. S'accorda colla teoria e coll' esperienza sull' organo; ma l'osservazione ad orecchio sugli oboe assegnò il *do* della stessa ottava.

Esperienza XII.

Suoni dati		Terzo suono
Mi	*Sol*	Differenza
1280	1536	256.

Questo numero esprime il *do* della doppia ottava grave. Corrisponde alla teoria ed alle esperienze ed osservazioni fatte sull' organo e sugli oboe. Il Tartini aveva assegnato il *la* della stessa ottava. Questo *la* inutilmente ci siamo sforzati di verificarlo con replicati esperimenti.

Esperienza XIII.

Suoni dati		Terzo suono
Re	*Sol*#	Differenza
1252	1600	448.

Questo numero esprime il *la* della doppia ottava grave prossimamente al valore dato dalla teoria, che è 443·73. Il valore dedotto da noi in confronto della teoria sarebbe maggiore di 4·27 vibrazioni. L'esperienza sull' organo fu in accordo con la nostra deduzione; ma l'osservazione ad orecchio sugli oboe diede il *fa* immediatamente grave. Il Tartini aveva dato il *mi* immediatamente grave.

Esperienza XIV.

Suoni dati		Terzo suono
Do	*Sol* duodecima	Differenza
512	1536	1024.

Questo numero esprime il *do* intermedio ai due suoni dati. Corrisponde colla teoria e coll' esperienza sull' organo.

Esperienza XV.

Suoni dati		Terzo suono
Do	*Do*	Differenza
512	2048	1536.

Questo numero esprime la nota *sol* duodecima del 512, ossia il *sol* del *do* 1024. Questo terzo suono è evidentemente intermedio fra i due suoni dati. Si è trovata la perfetta corrispondenza coll'esperimento fatto sull' organo, e quadra ugualmente colla teoria.

Esperienza XVI.

Suoni dati		Terzo suono
Sol	*La*	Differenza
1536	1706·66	170·66.

Questo numero esprime il *fa* della terza ottava grave, che ha per *do* il 128. S'accorda perfettamente colla teoria. L'osservazione ad orecchio eseguita sugli oboe e sopra un organo non vi avrebbe corrisposto. Nel primo caso il terzo suono sarebbe risultato il *sol* della doppia ottava grave; e nel secondo il *sol* della terza ottava grave. Io ho amato di riferire queste discrepanze, perchè si comprenda la difficoltà, che talvolta s'incontra nel determinare il terzo suono risultante. Basta una differenza la più piccola del tono preciso, perchè, come ebbe ad avvertire Tartini, risulti un terzo suono diverso. Io mi sono studiato di fare eseguire l'esperimento sopra il grande organo della Basilica di S. Giustina in Padova. Il *do* fondamentale di questo organo è di sedici piedi. — Nel giorno 16 di Aprile 1857 il rinomato professore d'organi Sigr. Agostini mi fu cortese dell' eseguimento di questa esperienza. Io pure vi assistetti sull' organo. Feci eseguire contemporaneamente i suoni *sol* e *la* in varie ottave; ma mi fermai precipuamente sopra l'ottava del *do* di due piedi. Il terzo suono si udì distinto nell'ottava di sedici piedi, e toccando il tasto del *fa* si udì l'unissono il più perfetto; non così ugualmente premendo il tasto del *sol*. Portato l'esperimento all' ottava di un piede, il *fa* si rinvenne nella ottava di otto piedi; e così procedendo nell' ottava di mezzo piede e di un quarto di piede ad eseguire l'esperienza, il terzo suono *fa* si portò nell' ottava di quattro piedi e di due piedi, e così di seguito; per cui non rimase più alcun dubbio sulla perfetta corrispondenza tra l'esperimento e la deduzione fatta dai dati due suoni *sol* e *la*.

L'opposizione allorchè è ben diretta serve a viemaggiormente chiarire il vero ed a togliere ogni difficoltà. Si voleva pure insistere sopra il *sol*, come terzo suono risultante dalla seconda *sol*, *la*; ed io invitai gli stessi oppositori a voler eseguire l'esperimento sopra un

organo, che fosse di loro piacimento. Fu scelto quello della Basilica dei Carmini di Padova, che è lavoro del rinomato Calido di Venezia. L'esperimento fu eseguito nel giorno 18 di Aprile 1857; e mi fu cortese di questo favore il più volte ricordato con lode ne' miei scritti di Acustica Sigr. Marzolo. Esso fu esteso nelle ottave di due piedi, di un piede, di mezzo piede, di un quarto di piede, ecc.; e sempre si ebbe per terzo suono il *fa* della terza ottava grave. Il Signor Marzolo con una scala si portava in prossimità delle due canne suonanti, per udire con maggior distinzione il terzo suono generato, ed io abbassava, come mi veniva indicato da lui, il tasto, che doveva essere l'unissono al terzo suono da lui percepito nell' aria. Io impertanto con una mano sosteneva i due suoni dati, e coll' altra faceva intuonare, allorchè ne era richiesto, ora il *fa* ed ora il *sol* della terza ottava grave. Io lo ripeto, il *fa* fu sempre unissono al terzo suono dedotto, e non così mai il *sol*, che distintamente si distaccava.

Si volle pure in questa occasione cimentare altra seconda, che in sentenza di taluno pareva dovere limitare il principio dinamico da me proposto; e si fu colla seconda *do, re*. Ma in qualsivoglia ottava, che fosse stato eseguito l'esperimento, il risultato confermò sempre la mia deduzione.

Le difficoltà, che a quando a quando insorgono in qualche punto della scienza, non sono mai destituite di ogni apparenza di vero; perchè l'errore puro ed assoluto non entra mai nell' umana intelligenza. Il numero delle vibrazioni corrispondenti a ciascun tono delle ottave ascendenti e discendenti è ricavato dalla teoria delle corde; ma nell' organo è introdotto il temperamento equabile, per non discostarsi di troppo dalla legge della dupla. Da ciò ne nasce che non sempre il numero delle vibrazioni assegnate a un tono dell' organo corrisponde esattamente a quelle assegnate dalla teoria delle corde. Potrà da ciò avvenire che un orecchio il più delicato non trovi che la differenza dedotta da due suoni dati corrisponda perfettamente al tono dell' organo. Potrà accadere che l'orecchio s'accorga che sia un po' o calante o crescente. Non mai tuttavia ebbe il temperamento equabile a portarci da un tono ad un altro ne' miei esperimenti. Ciò ho voluto pure verificare sull' organo della Chiesa dei Servi di Padova, che è lavoro stimato del Sigr. Agostini. Nella sera del 22 Aprile del 1857 mi fu cortese dell' eseguimento dell' esperienza l'egregio Sigr. Professore Balbi, il quale nelle varie ottave dell' organo le più adattate intuonò

simultaneamente la seconda *sol*, *la*, ed ebbe sempre il *fa* della terza ottava grave, verificato ancora coll' unissono dell' organo. Che se talvolta in qualche ottava non gli parve perfetto il *fa*, l'ebbe ad attribuire al temperamento equabile introdotto nella registratura dell' organo. Ripetuto ancora l'esperimento dell' altra seconda *do*, *re*, il terzo suono, che ne risultò, fu empre il *do* della terza ottava grave, e non il *do*.#

Raccolgo impertanto dai riferiti esperimenti:

1. Il terzo suono non è mai al di sopra dei dati due suoni.
2. Esso si trova ora al di sotto del tono più grave dato, ed ora al di sopra, secondo che la differenza delle vibrazioni rappresentanti i due dati toni è minore o maggiore del numero delle vibrazioni, che rappresenta il suono più grave.
3. Il suono risultante è tanto più vicino all' acuto dato, quanto esso trovasi più distante dal suono grave.
4. Il tono rappresentato da 32 vibrazioni per secondo, è il limite del terzo suono netto e distinto. Nel caso infatti, in cui la differenza fu di minore 32 vibrazioni per secondo, si ebbe sbattimento.
5. Ogni qualvolta la differenza delle vibrazioni fra i dati due suoni sia minore di 32 vibrazioni, si ha sbattimento, il quale è fortissimo nei toni più gravi. Da questo argomento io dedussi il limite del suono più grave al mio organismo e a quello de' miei compagni, che si prestarono in queste ricerche, ch'io feci. Esso impertanto è di 32 vibrazioni per secondo.
6. Il terzo suono non è sempre il massimo comune divisore de dati due suoni. Le esperienze della Serie prima dei numeri I., II., IV., VI., VII., IX., XI., XVI., rispondono perfettamente alla legge stabilita dai fisici. Le esperienze dei numeri III., V., VIII., X., XII., XIII., XIV., XV. della stessa Serie dimostrano che il terzo suono è bensì il massimo comun divisore, ma non esatto. Ugualmente abbiamo proceduto nell' esame delle esperienze della seconda Serie. Dieci corrispondono esattamente, e sono quelle dei numeri I., II., III., V., VI., VIII., IX., X., XII., XIV.; e cinque non corrispondono esattamente, e sono quelle dei numeri IV., VII., XI., XIII e XV.

Pare impertanto doversi conchiudere, che la legge fu stabilita sopra un numero troppo ristretto di esperienze, o, per meglio dire, sopra qualche caso isolato. Le tre canne anzidette, che io feci per il

terzo suono costruire a Parigi, confermarono esattamente la legge dei fisici francesi, ma le mie susseguenti esperienze comprovarono non essere legge generale.

7. Dato il valore di due suoni, si può colla mia legge determinare in ogni caso a priori il terzo suono, o lo sbattimento.
8. Il terzo suono si ode in modo speciale distinto dai suoni generatori nell' aria frapposta ai due strumenti, che suonano contemporaneamente, come à avvertito il Tartini, che ebbe ha stabilire la causa fisica del terzo suono nell' urto dei due rispettivi volumi d'aria mossi dalle vibrazioni delle due corde suonate. Egli ha dato per regola che l'uditore posto nel mezzo rispettivo dei due suonatori sente molto più il terzo suono, che vicino a ciascuno di essi.
9. Il valore dinamico o meccanico di ciascuna vibrazione è sempre lo stesso, qualunque sia il tono, al quale essa appartenga, perchè in ogni caso il terzo suono è rappresenta da un numero di vibrazioni che è la differenza dei due numeri delle vibrazioni esprimenti i dati toni.
10. Non è vera la dottrina del Tartini sul terzo suono, che per lui è il basso armonico dei dati intervalli, il quale viene rappresentato da $1/2$, quale radice fisica del sistema armonico da lui immaginato.

    Noi infatti abbiamo ritrovato il terzo suono frapposto ai due dati più di una volta, ed abbiamo ancora avuto la dispiacenza di non poter verificare tutti i suoi esperimenti, come riferimmo a suo luogo.
11. Non è parimenti vera la dottrina del Pizzati sul terzo suono, che lo risguarda come il fenomeno inverso a quello della corda armonica. Imperocchè nella corda armonica noi non abbiamo mai che due suoni concomitanti generino un suono ad essi frapposto, ma sempre un suono più grave. Essi d'altronde non escono mai dalle serie delle armonie le più perfette; e noi in quella vece abbiamo ottenuto terzi suoni, che escono da queste armonie, come il *re* e il *si*♭.
12. Col principio del terzo suono da noi adottato pare si apra la via allo scoprimento di nuovi suoni non contemplati dalle regole comuni dell' Arte; e s'intende come nei ripieni istrumentali e vocali si odano formarsi nell' aria dei suoni, che sono

perfettamente distinti dagli originali, ossia da quelli, che vengono intuonati dagli strumenti e dai cantanti. Accade talvolta che bisogna procedere a tempo nella Musica, perchè i suoni diretti non abbiano a produrre frastuono coi terzi suoni e con quelli riflessi. Il fenomeno che abbiamo superiormente avvertito del *si*[b] nella Basilica del Santo si riscontra comune alla Chiesa del Beato Pellegrino di Padova. Allorchè si tocca il tasto del *si*[b], risuona più forte e più grato all' orecchio degli altri suoni. È la Chiesa che armonicamente risponde al suono intonato.

Conclusione.

Se non erro grandemente, mi pare d'intravedere una analogia tra il principio dinamico delle vibrazioni sonore e delle vibrazioni luminose dello spettro solare. Chiunque raccolga alla distanza di qualche centimentro da un prisma di perfettissimo flint lo spettro solare, non vede che quattro zone colorate separate da luce bianca; e sono due meno rifrangibili, rossa e gialla, e due più rifrangibili, azzurra e violetta. Ciascuno dei colori delle due coppie è separato da un filetto di luce bianca, mentre l'intervallo, che separa il giallo dall'azzurro, formato da luce bianca, è senza confronto maggiore. Se il telerino, che raccoglie l' anzidetto spettro, si allontani a paco a poco dal prisma conservandolo sempre parallelo alla faccia rifrangente del medesimo, si scorge che nei punti, nei quali i raggi delle due coppie cromatiche vanno ad incontrarsi, sorge un terzo colore. Così fra il rosso ed il giallo si genera l'aranciato; fra il giallo e l'azzurro si genera il verde; fra l'azzurro e il violetto si genera l'indaco, senza che sieno distrutti i raggi primigenii generatori il terzo colore. L'analogia col terzo suono corrisponde al caso, in cui il terzo suono generato è intermedio ai due suoni generatori. Si ha sempre nello spettro solare che il potere rifrangibile del terzo raggio è sempre minore del più rifrangibile dato. Anche le sperienze di Stock ci guidano a questa medesima conclusione. Un raggio più rifrangibile dà origine negli esperimenti del fisico inglese ad un raggio meno rifrangibile. Per ugual modo parmi che si possa ragionare dei fenomeni degli spettri secondarj, e di quelli delle interferenze. Io non intendo di spingere più innanzi le analogie; perchè le ricerche sulla luce sono ancora molto imperfette, e lasciano molto a desiderare a chi preferisce i fatti ai sistemi.

Prospetto

degli esperimenti eseguiti nella Memoria I. sulle dottrine del terzo suono.

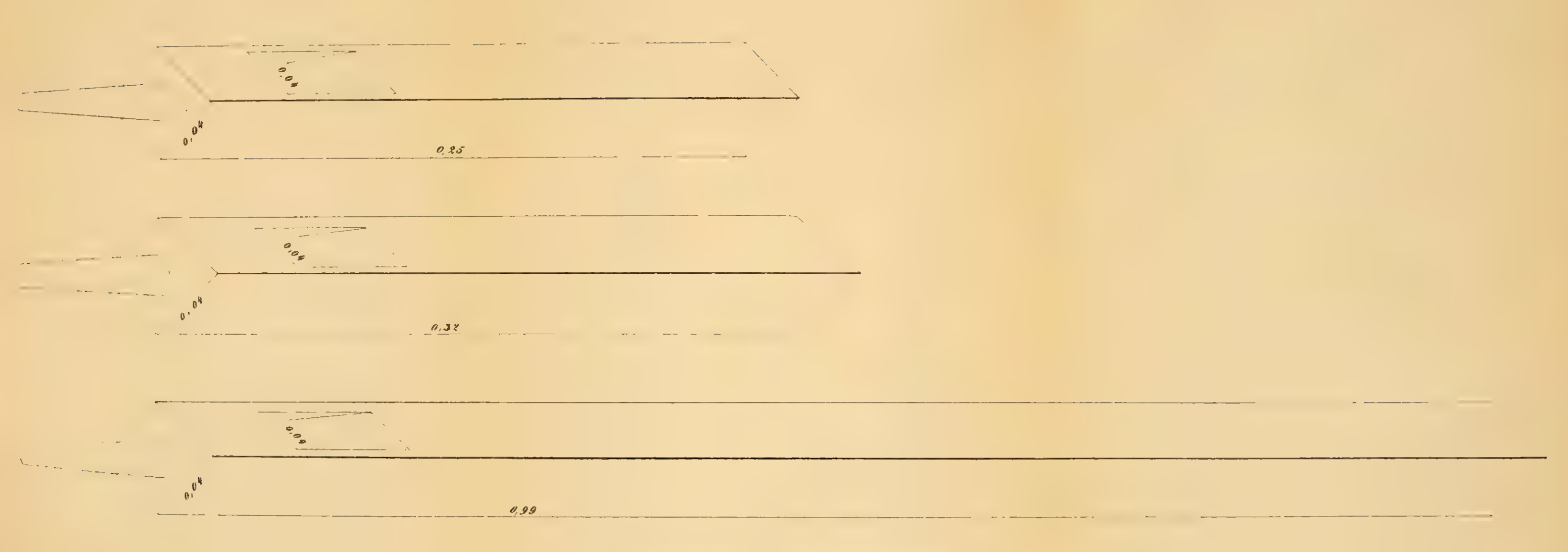
Serie Prima.

	Suoni fondamentali.		Loro differenza.	Loro somma.	
I.	512	640	128	1152	= *re* del *do* di 1024 vibrazioni.
II.	288	384	96	672	= *fa* calante di 9,34 vibrazioni del *do* di 512 vibrazioni.
III.	512	853,33	341,33	1365,33	= *fa* del *do* di 1024 vibrazioni.
IV.	512	682,66	170,66	1194,66	= *re*# calante di 5,34 vibrazioni del *do* di 1024 vibrazioni.
V.	512	614	102	1126	= *re*^{b} crescente di 20,08 vibrazioni del *do* di 1024 vibrazioni.
VI.	64	96	32	160	= *mi* del *do* di 128 vibrazioni.
VII.	64	72	8	136	= *re*^{b} calante di 2,25 vibrazioni del *do* di 128 vibrazioni.
VIII.	64	120	56	184	= *sol*^{b} calante di 0,32 vibrazioni del *do* di 128 vibrazioni.
IX.	96	192	96	288	= *re* del *do* di 256 vibrazioni.
X.	256	263	7	519	= *do* crescente di 7 vibrazioni del *do* di 512 vibrazioni.
XI.	256	384	128	640	= *mi* del *do* di 512 vibrazioni.
XII.	256	426,66	170,66	682,66	= *fa* del *do* di 512 vibrazioni.
XIII.	256	480	224	736	= *sol*^{b} calante di 15 vibrazioni del *do* di 512 vibrazioni.
XIV.	128	512	384	640	= *mi* del *do* 512 di vibrazioni.
XV.	256	768	512	1024	= *do* di 1024 vibrazioni.

Serie Seconda.

	Suoni fondamentali.		Loro differenza.	Loro somma.	
I.	1024	1280	256	2304	= *re* del *do* 2048 vibrazioni.
II.	1066,66	1280	213,34	2346,66	= *re* crescente di 42,66 vibrazioni del *do* di 2048 vibrazioni.
III.	960	1280	320	2240	= *mi* maggiore di 68,16 vibrazioni del *do* di 2048 vibrazioni.
IV.	960	1536	576	2496	= mi^b maggiore di 38,4 vibrazioni del *do* di 2048 vibrazioni.
V.	921,6	1536	614,4	2457,6	= mi^b del *do* di 2048 vibrazioni.
VI.	1024	1536	512	2560	= *mi* del *do* di 2048 vibrazioni.
VII.	921,6	1365,33	443,73	2286,93	= *re* calante di 22,07 vibrazioni del *do* di 2048 vibrazioni.
VIII.	1706,66	1920	213,34	3626,66	= *la*# minore di 71,14 vibrazioni del *do* di 2048.
IX.	960	1024	64	1984	= *si* maggiore di 64 vibrazioni del *do* di 1024.
X.	1536	1600	64	3136	= *sol*# calante di 63,58 vibrazioni del *do* di 2048.
XI.	1280	2048	768	3328	= *la* calante di 85,33 vibrazioni del *do* di 2048.
XII.	1280	1536	256	2816	= *fa* # calante di 28,43 vibrazioni del *do* di 2048.
XIII.	1152	1600	448	2752	= *fa* maggiore di 21,34 vibrazioni del do di 2048.
XIV.	512	1536	1024	2048	= *do* della tonica 2048.
XV.	512	2048	1536	2560	= fa^b maggiore di 18,57 vibrazioni del *do* di 2048
XVI.	1536	1706,66	170,66	3242,66	= la^b maggiore di 5,88 vibrazioni del *do* di 2048.

Dal confronto dei numeri riferiti in questo prospetto emerge: I. Che il terzo suono, di qualunque ordine sia, è sempre o al di sotto di tutti due i fondamentali, o fra i due fondamentali. Nel primo di questi due casi i terzi suoni di coincidenza di primo, secondo, terzo e quarto ordine ecc. procedono come i numeri 1, 1, 2, 4, 8 ecc. Nel secondo caso procedono come i numeri 1, 2, 4, 8, 16 ecc. Ogni terzo suono diventa un centro vibrante che coll' attiguo forma altro terzo suono. Ed in ogni caso legge generale si è, che esso è rappresentato dalla differenza dei due attigui suoni gereratori. Per converso, sommando i due toni fondamentali si ha sempre un suono superiore agli stessi fondamentali, il quale talora coincide col suono armonico concomitante, come è rappresentato nel prospetto serie prima dai numeri VI, X, XIV, XV, e nella serie seconda dai numeri VI e XIV. Chiunque voglia entrare nella discussione di queste ricerche, è pregato a fornire alla descrizione del metodo seguito i numeri delle vibrazioni rappresentanti i suoni ottenuti. Io non posso ammettere che le vibrazioni si somminino da darci un suono rappresentante la loro somma. Quelli che fino ad ora ho potuto percepire furono sempre gli armonici concomitanti, o toni interi, come i quattro *fa* e i tre *re* registrati ai num. I, II, III, IX, XII, della serie prima, e ai numeri I, VII e XIII della serie seconda; ma da' miei esperimenti ed osservazioni ebbe a risultare che talvolta il suono fondamentale, come in una campana, fu accompagnato da tutti i toni dell' intera ottava, come dirò nella mia Memoria sulle verghe vibranti.



Canne comprovanti l'esistenza del terzo suono



Della corrispondenza, che mostrano fra loro i corpi sonori nella risonanza di più suoni in uno.

Memoria II del **Prof. Zantedeschi.**

(Con una tavola.)

(Vorgelegt in der Sitzung vom 22. März 1857.)

Chiunque ponga mente al suono che rende una corda convenientemente tesa, si accorge, purchè abbia orecchio fino e bene educato, che esso non è semplice, ma che più in sè ne contiene. Se p. e. la corda vibrante rende il *do*, questo suono è accompagnato da altri suoni acuti, tra' quali in un modo più distinto è sensibile quello, che è alla duodecima del suono principale *do*, ossia alla ottava acuta di *sol*, quinta immediata di *do*. A questo tien dietro quello che è alla decima settima maggiore acuta del detto suono principale, ossia dalla doppia ottava di *mi* terza maggiore immediata di *do*. Gli scrittori, che parlano di questo fenomeno avvertono che gli orecchi i più raffinati discernono altri suoni armonici, come sono quelli delle due ottave superiori acute, e la quinta e la sesta della seconda ottava. Pongasi che il tono fondamentale o la tonica sia uguale a 16 vibrazioni per minuto secondo; nella serie anzidetta si avrà:

16; 32; 48; 64; 80; 96; 106·66;

che divisi per sedici danno per quoto

1; 2; 3; 4; 5; 6; 6·66.

L'ultimo è il suono *perduto* così demoninato da qualche scrittore, il quale non potè bene determinarlo parendo quasi fosse intermedio fra la sesta e la settima, come è in fatto. Si à dunque una serie di suoni armonici, che pare possa estendersi indefinitamente, se vi fosse l'orecchio di tanta perfezione dotato, da poterne essere in un modo sufficiente impressionato. Non ometterò di ricordare qualche fatto speciale avvertito da esperti suonatori del violone o contrabasso. Pizzicata la corda più grossa, che è il *la* basso dell' istrumento, si odono nettamente la terza, la quinta e l'ottava, cioè il *do*, il *mi* e il

la e pizzicando la corda più sottile o il cantino, che è il *sol*, si odono i suoni armonici della terza, della quinta e dell' ottava cioé il *si*, il *re* e il *sol*, che sono talora accompagnati dal *mi* ossia dalla sesta. Si attribuisce dai francesi la scoperta di alcuni di questi suoni armoniosi a Sauveur, come emerge da una sua Memoria pubblicata nel 1753. Noi Italiani attribuiamo un tale onore al Tartini. Non mancano scrittori che lo dividono con Mersennes e Vallis. E certo che venne in Italia e fuori dai cultori della Musica studiato, come si à da Pizzati, che fece particolari investigazioni; e da Rameau nella sua opera della Genesi armonica.

Le questioni, che vengono proposte intorno a questo argomento sono le seguenti:

1. Si dà suono semplice?
2. Il suono grave precede sempre il suono acuto?
3. Donde ripeter si deve l'origine de' suoni armonici?
4. Il loro numero è bene determinato?
5. Quali conseguenze si derivano dal fenomeno de' suoni armonici?

Tanto gli antichi che i moderni scrittori, come può vedersi in Tartini in Valloti, in Marloy, ammettono che non si dia suono semplice. Una tale dottrina è verissima nei casi i più comuni del suono eccitato in un pianoforte, in un violino, ecc ; ma non è generale per gli strumenti a fiato, nè per l'arpa fatta vibrare dalle onde dell' aria, come vedremo.

Bisogna sempre porre attenzione per formarsi un preciso concetto di questi fenomeni al modo, col quale si mette iu vibrazione il corpo sonoro. Fatte vibrare le corde gravi di un pianoforte, col suono fondamentale si udirà quasi concomitante il suono della duodecima, ma quello della decimasettima si udirà sensibile, allorchè il suono grave sarà stato quasi spento intieramente. Il medesimo fenomeno accade pure con tal ordine negli strumenti sonori a percussione, come è nelle campane. Così la campana dell' Università di Padova, che à per tonica il *re*, fa udire a distanza la duodecima distintamente ; mentre il tono grave è quasi estinto; anzi pare che il suono acuto si estenda a una distanza maggiore che il suono grave. Ciò fu più volte verificato dal distinto Maestro di Musica Sig. Bresciani di Padova. Lo stesso fenomeno venne ancora riscontrato nella terza campana del Duomo di Padova, che à per tonica il *mi bemolle*; come mi fu narrato dal Sig. Maestro Marzolo ben conosciuto pel suo organo automatico stampatore

riproduttore. Trovandosi egli nella Cattedrale di Padova ad assistere ai Divini Officii accompagnati dal canto, e dal suono dell' organo, udì distintamente il *si bemolle* della campana suddetta, o la duodecima, e non ugualmente la tonica fondamentale *mi bemolle*. Ma nell' arpa di Eolo (vedi la disposizione nelle figure delle annesse tavole), che si fa suonare da una corrente d'aria, che spira da strette fenditure, come da porte socchiuse o da fenestre, il fenomeno accade inversamente. Da prima si odono i suoni i più acuti, che sono isolati, e a mano a mano nella scala discendono fino al tono più grave che accompagna, e per così dire arpeggia. Un' arpa munita di otto corde, che erano perfettamente all' unissono del tono fondamentale 128., diede esposta al soffio dell' aria i seguenti suoni incominciando dai più acuti.

1. *Sol* 26, sensibilissimo col soffio forte dell' aria.
2. *Mi* 24.
3. *Do* 22.
4. *Sol* 19, vibrante.
5. *Mi* 17, molto sensibile.
6. *Do* 15, poco sensibile.
7. *Sol* 12, bene sensibile.
8. *Mi* 10, poco sensibile.
9. *Do* 8. quasi nullo.
10. *Do* fondamentale sensibile ed ondulante.

Si vede impertanto che vi è una ripetizione costante della triade armonica *sol, mi, do* per ciascuna ottava. Non mai si fecero sentire nè la sesta, nè la settima, come fu verificato in altri strumenti. Col soffio dell' arpa più forte altri suoni più acuti si odono, per cui si può dire che la triade armonica si moltiplica quasi indefinitamente; e che essa è la forma primitiva od originaria della natura. Conchiudo impertanto da questi esperimenti, che ò più volte ripetuti in concorso del Sigr. Maestro Marzolo, del Sigr. Assistente Borlinetto e de' miei Uditori, che si dà suono semplice in qualche cirostanza, come in quello dell' arpa; che i suoni più acuti precedono talvolta i più gravi; e che non si può affermare in un modo assoluto, quale sia il numero de' suoni armonici o concomitanti delle differenti ottave; ma che in ogni circostanza la forma fondamentale è sempre della triade sopradetta, che anche dai maestri della Grecia i più celebri fu riconosciuta come la più perfetta.

Que' scrittori impertanto, che affermarono essere il tono più grave il tono generatore degli acuti, videro parte del vero, come fu il Pizzati; come videro pure parte del vero coloro, che sentenziarono i suoni acuti precedere i suoni gravi: tra questi è a noverarsi il Marloy.

Parmi che una corda sonora vibri ad un tempo in tutta la sua lunghezza, ed ancora nelle parti armoniche della terza, della quinta e dell'ottava; ma però in guisa che la vibrazione dell'intiera corda coesista alle vibrazioni delle parti armoniche. Non si può estinguere veruna delle vibrazioni parziali, senza che si estinguano tutte le altre. Pizzicate una corda, che vi dia p. e. il *do* fondamentale di 128 vibrazioni per secondo, e subito dopo stringetela fra le dita. Si estinguono sull' istante tutti i suoni. Non è così in quella vece se una parte avesse a vibrare indipendentemente dall' altra; come accade nel caso che si collochi in un punto conveniente della corda il ponticello. Alla metà della corda anzidetta si collochi impertanto il ponticello. Si pizzichi una delle sue metà e si avrà la tonica di 64 vibrazioni; ma nel tempo istesso che suona la metà pizzicata, suona ancora l'altra metà. Il punto a cui è applicato il ponticello è bensì un nodo, ma non impedisce che passi all' altra metà il movimento impresso alla prima; anzi il movimento comunicato alla seconda metà può sussistere, anche estinto che sia il movimento vibratorio nella prima metà. In fatti si pizzichi la prima metà e subito dopo col tocco delle dita si estingua in essa il moto vibratorio ; l'orecchio attento e delicato avvertirà la continuazione del suono della seconda metà. Questo fatto semplicissimo mette in piena evidenza che ciascuna delle due metà vibra indipendentemente, sebbene l'una sia stata la causa generatrice del movimento nell' altra. Se si avesse a premere colle dita il punto, al quale è applicato il ponticello, allora sarebbe impedita la trasmissione del moto vibratorio nella seconda metà della corda, e si udirebbe vibrare soltanto la metà pizzicata.

Per tal modo parmi avere ancora risposto alla domanda fattami: d'onde dipendano o si derivino i suoni armonici.

Io m'avviso che il numero de' suoni armonici non sia stato ancora in un modo assoluto determinato. Ne' miei esperimenti se n'ebbero fino a dieci, i quali ànno la forma costante nella loro ripetizione della triade perfetta de' Greci e del Tartini ; ma per orecchi più perfetti e per circostanze più favorevoli parmi certo, che da altri si troveranno nella scala ascendente e discendente suoni armonici più gravi

e suoni armonici più acuti. I limiti dell' organismo il più perfetto ed i limiti dei toni propriamente detti devono necessariamente segnare i confini di questa ricerca. E un fatto da me comprovato, che un corpo sonoro vibrante, che dia in un minuto secondo un numero minore di 32 vibrazioni, cessa di essere un tono musicale senza sbattimenti. Pare che in un decimo di secondo alla generazione del tono più grave perfetto debbano coesistere almeno 32 vibrazioni. Ma di ciò diremo trattando degli sbattimenti.

Le conseguenze, chi si derivano dagli osservati fenomeni interessano in modo speciale la pratica, ossia la musica considerata come arte; perchè si apprende quali sieno gli accordi i più perfetti, che si devono introdurre nelle armonie e nelle melodie. Se pari all' ampiezza od estensione de' nostri strumenti fosse quella della voce umana, io credo che i nostri cantici o le nostre musiche avrebbero un carattere più celestiale ed attraente di quello che posseggono: coll' accompagnamento il più basso e coi ripieni delle ottave, i soprani ed i contralti farebbero risaltare in un modo meraviglioso i sentimenti e le passioni del cuore umano. „Certo, scrive Pizzati (pag. 222 e „seg. nella Scienza de' suoni e dell' armonia), che se si „potessero combinare e proporzionare insieme le voci cogli istru- „menti in maniera d'avere l'accordo di duodecima e decimasettima, e „insieme per mezzo delle ottave diminuire i vuoti, che in un suono „e l'altro vi sarebbero, tale accordo riuscir dovrebbe di tutti il più „grato, perchè ancorchè si debba supporre, che la quinta stessa „immediata della fondamentale dell'accordo, e la terza maggiore imme- „diata risuonino insieme colla fondamentale medesima, pur queste „essendo più coperte da essa, e però più indistinguibili formar debbono „meno di varietà. Il poter fare la scelta dei soggetti necessarj all' „accordo di duodecima e decima settima non è sì facile. Rameau „(Demonstr. du princip. de l'Harm., pag. 29) dice di aver ciò „eseguito, e aggiugne D'Alembert (Elem. de musiq., chap. 2, pag 8) „con ottimo successo nel coro dell' Atto di Pigmalione messo fuori „nell' autunno del 1748, dove Pigmalione canta col coro l'Amour „triomphe (pag. 34): e in questo luogo le due parti del Basso „vocale e istrumentale formano il suono principale e la ottava di esso; „il secondo Soprano forma la duodecima; il Soprano primo insieme „col Contralto forma la decimasettima maggiore e la ottava grave di „questa decimasettima“.

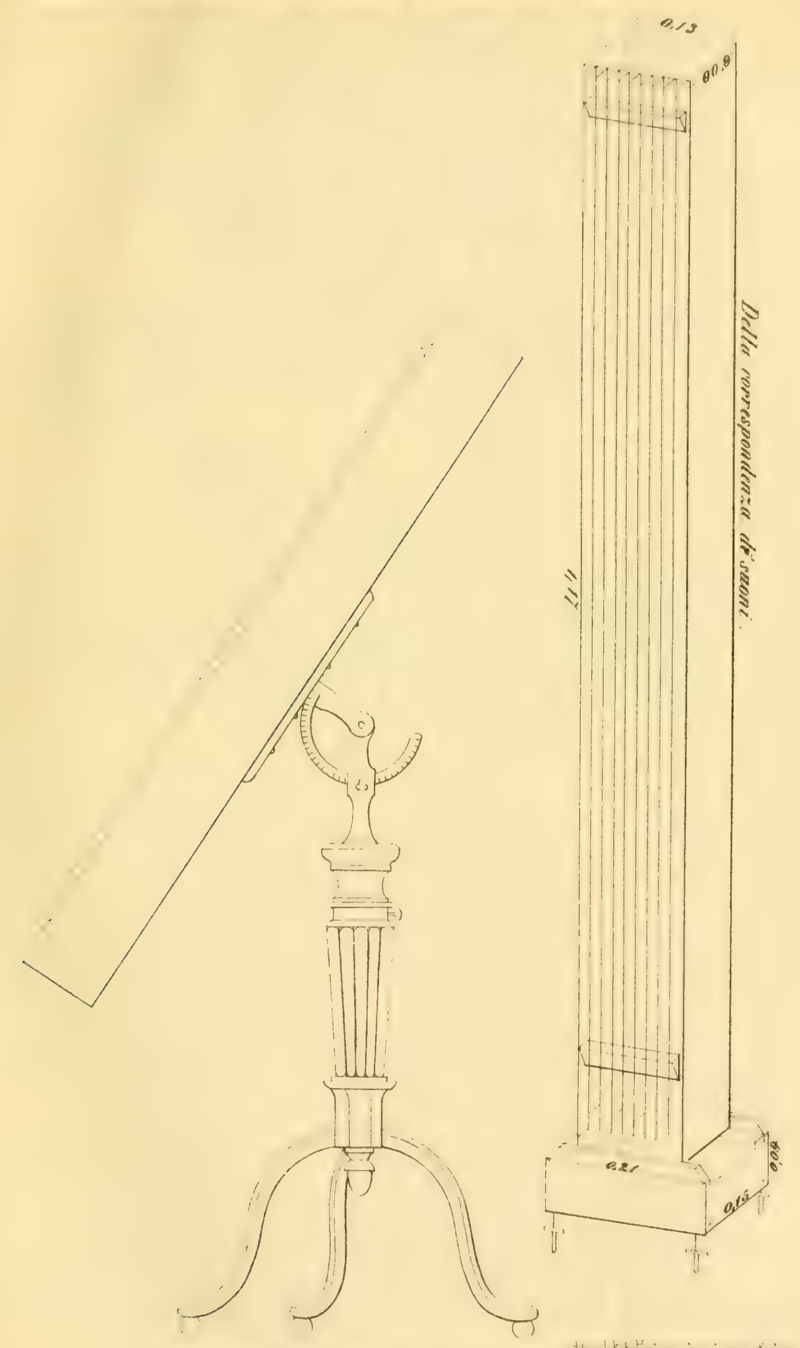
Porò fine a queste considerazioni, ricordando un fenomeno, che presentano le bande udite da lontano. I suoni intermedii si odono armonizzare distintamente nell' aria, mentre i gravi dell' accompagnamento e gli acuti non riescono distinti all' orecchio ugualmente.

Conclusione.

Dalle esposte dottrine emerge chiaramente la ragione del metodo seguito da' pratici di formare i bassi degli organi unendo in un solo tasto le note di una ottava *do, mi, sol* e *do*; ovvero riunendo in un solo tasto i due o tre *do* consecutivi; ne' quali casi il suono grave composto, che ne risulta, non è mai uguale in intensità alla somma de' suoni presi insieme, ma è sempre minore. L'armonia di questo suono composto è una conseguenza di quanto abbiamo detto in questo scritto, e la minore intensità è una conseguenza di quanto abbiamo riferito nel precedente.

Pare che il grande maestro Vallotti abbia preso le mosse da queste idee, allorchè ordinò che nell' organo di S. Giustina di Padova, egregio lavoro di Don Pietro Nacchino, venissero aggiunte in tasti separati la duodecima e la decimasettima, che col ripieno producono un mirabile effetto.

Non so comprendere la ragione, per la quale questa pratica non sia stata seguita dai maestri d'organo. Forse che sorga una difficoltà nella costruzione dei varii fabbricati delle chiese, i quali non sempre rispondono bene ugualmente ai varii toni. Abbiam noi riferito le particolarità della grande Basilica del Santo e della Chiesa del Beato Pellegrino di Padova; potremo ora aggiugnere quelle di varie altre chiese, come di S. Paolo di Campo Marzo in Verona, che è armonica, e che risponde egregiamente al *si bemolle;* di S. Sebastiano, che risponde perfettamente al *re* maggiore, e di S. Tomaso, che risponde egregiamente al *fa*; di San Zeno Maggiore che risponde al *si*^{b}; di Santa Anastasia che risponde al *sol*#; e del Duomo che risponde al *la*. Si noti che l'orquestra di Santa Anastasia è un po' più bassa di quella di San Zeno e del Duomo. Pare che questa risuonanza sia un effetto della forma e delle dimensioni di un tempio, di un teatro, o di una sala da concerto. Sarebbe da studiarsi l'argomento, che deve fornire materia a gravi considerazioni fisicomatematiche; avvegnachè non occorrano per la medesima forma e per la medesima sostanza doppie dimensioni, per avere la corrispondenza di un tono formato di un


0,13
00,9
Della corrispondenza de' suoni.
1,17
0,21
0,09
0,15

Però
presentan
armonizza
gnamento

Dalle
seguito da
tasto le n
solo tasto
composto,
de' suoni
suono com
scritto, e
riferito ne
Pare
queste ide
egregio l
tasti sepa
ducono u
Non
sia stata s
nella cost
rispondon
ticolarità
Pellegrin
chiese, co
che rispo
risponde
egregiam
Santa An
al *la*. Si
di quella
un effetto
di una sa
fornire m
non occo
pie dimen

doppio numero di vibrazioni. La prova di questa asserzione noi la ricaviamo dalle dimensioni delle casse armoniche dei due diaposon normali, che io feci costruire in Parigi per uso del gabinetto di Fisica dell' i. r. Università di Padova. Il diaposon più grave è il *do* di 128 vibrazioni; ed à la cassa armonica di abete inverniciata esternamente

della lunghezza . . . di 0m·61
„ larghezza . . . „ 0·215
„ profondità od altezza „ 0·11
„ spessore delle pareti „ 0·012.

Il diapason rappresentante il *do* della ottava superiore, ossia di 256 vibrazioni à la cassa armonica pure di abete esternamente inverniciata delle dimensioni:

in lunghezza . . . . di 0m·31
„ larghezza . . . . „ 0·12
„ profondità od altezza . „ 0·068
nello spessore delle pareti „ 0·009.

Le dimensioni, che più si discostano dalla metà sono quelle, che agguardano lo spessore delle pareti. Il fenomeno adunque contemplato è una risultante di varii elementi, ed io lascio ben volentieri l'integrazione di questa formola egli ingegni perspicaci e sottili dei Matematici.

Della unità di misura dei suoni musicali, dei loro limiti, della durata delle vibrazioni sul nervo acustico dell' uomo, e dell' innalzamento del tono fondamentale avvenuto nei diapason di acciajo, in virtu di un movimento spontaneo molecolare.

Memoria III del **Prof. Zantedeschi.**

(Con tre tavole.)

(Vorgelegt in der Sitzung vom 22. Mai 1857.)

I Fisici ed i Maestri dell' Arte musicale hanno in ogni tempo sentito il bisogno di avere un suono fisso, al quale poter riferire gli accordi dei varii strumenti; ma i loro sforzi, sebbene utilissimi alla scienza e all' arte, non hanno potuto riunire in un tipo l'universale consentimento delle intelligenze artistiche. Noi infatti troviamo appresso i diversi popoli di Europa diapason, che non si accordano perfettamento fra di loro. Rispetto al diapason normale de' Fisici di 256 vibrazioni per secondo, quello di Pietroburgo è da 272 a 276; quello di Napoli, di 271; quello di Milano, di 268; quello di Venezia di 266; quello di Vienna, da 265 a 268. Per ugual modo differiscono ancora fra di loro quelli di Parigi e di Londra. Il bisogno di avere un diapason tipo è sentito da tutti. In Germania, in Francia ed in Italia si sono fatte delle proposizioni, le quali, per quanto io conosca, non hanno ricevuto per anco la sanzione degli uomini competenti. V'à ancora un fenomeno particolare, contro del quale bisognerebbe mettersi in guardia, come si è fatto in Fisica rispetto all' innalzamento dello zero ne' termometri. Il tono del diapason nella successione dei tempi rimane fisso e costante? Una relazione, ch'io trovo nei giornali scientifici della Francia e dell' Inghilterra, mi fa credere che avvenga un innalzamento nella tonalità.

Il Signor Prof. Lissajous ha determinato nel 1856 col mezzo del Sig. Ferrand, uno dei primi suonatori di violone in Parigi, che il diapason *la* alla *Grand Opera* eseguisse in un minuto secondo 898 vibrazioni circa (secondo me il *la* indicato è di 859 vibrazioni partendo dalla tonica di 512). Al principio del secolo XVIII, e precisamente verso il 1715, cioè negli ultimi anni del regno di Luigi XIV., il fisico

Sauveur aveva determinato con molta diligenza il valore del *la* adoperato nelle orchestre di Parigi ad 810 vibrazioni per secondo. Emergerebbe da questo, che nell' intervallo di 141 anno e più il diapason delle orchestre di Francia si sarebbe elevato di 88 vibrazioni circa (o secondo me 49 vibriazioni). Questo innalzamento sarebbe accaduto sopradutto in questo secolo, e in modo piu rapido negli ultimi venticinque anni. In fatti sotto Luigi XVI, il *la* della Cappella reale, secondo Pfeiffer, corrispondeva ad 818 vibrazioni; nel 1808 il *la* di una fluta di Holzapfel, secondo Delesenne, era di 853 vibrazioni; altri diapason della stessa epoca davano per il *la* da 857 ad 860 vibrazioni. Nel 1823, secondo Fischer, il *la* fu *agli Italiani* di 848 vibrazioni; al *Feydau* di 855; all' *Opera* di 863. Nel 1834, secondo Scheibler, il *la* all' *Opera* fu di 867·5, al *Conservatorio*, di 870; nello stesso anno 1834, secondo Delesenne, il medesimo diapason sarebbe stato di 882; ed in fine nel 1856 il *la* dell' *Oper*a sarebbe stato innalzato, come fu detto da principio, a 898 vibrazioni, e secondo me, partendo dalla tonica fondamentale dei fisici, di 44·67 vibrazioni. All' *Opera Comique* il diapason è notabilmente al di sotto di quello dell' *Opera*; ed è tuttavia elevato di non poco di quello di 810. Questo innalzamento del diapason dei teatri di Parigi si riscontra ancora nei teatri dei dipartimenti della Francia e al di fuori. Secondo Delesenne il diapason di Lille sarebbe ancora piu elevato di quello di Parigi ed eseguirebbe 901 vibrazioni per secondo.

Ma quale potrebbe essere la cagione dell' innalzamento della tonalità riferita? Gli strumenti, che servirono di misura, rimasero veramente fissi nella loro nota fondamentale? — Dalle ricerche fatte in Parigi da Marloye risulta, che non si trova un diapason antico, che porti una nota bene derminata in origine od un prototipo, d'onde l'incertezza nelle conclusioni di questo argomento.

Si vuole che l'innalzamento della tonalità si debba attribuire all' innalzamento del tono fondamentale degli istrumenti tanto a fiato, che a corda; e che il diapason abbia dovuto alzarsi per mettersi in accordo cogli strumenti. Cosi pensa Figuer con altri di Francia. Secondo me gli strumenti ànno dovuto alzarsi nella tonalità perchè colla successione del tempo è avvenuto un cangiamento molecolare, che à apportato un grado maggiore di elasticità indipendentemente dalle accidentalità, che accompagnano la costruzione dei diapason in acciajo, come dirò alla fine di questa Memoria.

A qual fenomeno costante impertanto potrà la tonalità riferirsi, per avere l'unità inalterata, che si cerca da tutti? Gli apparati della Sirena acustica di Cagniard-Latour e le ruote dentate di Savart sono ora gli apparati misuratori ai quali in ogni circostanza dovranno riportarsi i diapason per riconoscere la loro stabilità. Ma questi apparati misuratori ànno tutta la perfezione, che richiede un'esatta e precisa misura, come sarebbe quella di un pendolo, a compensazione perfetta? No certamente. I mantici, quali sono quelli, che generalmente si usano, non sono bastantemente regolati da dare per un tempo finito una quantità d'aria, che si possa dire al tutto costante da mantenere sostenuto un tono per un tempo qualunqe. Mancanou essi di un regolatore, che compensi le due quantità de' volumi d'aria, che si introducono e che si emmettono in tempi uguali. Il contatore della Sirena non porta un cronometro a secondi da mettersi in movimento nello stesso identico tempo in cui incomincia a muoversi il contatore. Abbisogna che lo sperimentatore tenga in mano l'orologio a minuti secondi, e che appunti il movimento dell' indice al principio e alla fine dell' esperienza. E indubitato che una frazione di minuto secondo può perdarsi in tale computo. E da ciò si deve ripetere la discordanza dei risultamenti ottenuti dai varii fisici nella determinazione del numero delle vibrazioni nei varii esperimenti. Il difetto riscontrato nella Sirena acustica trovasi ancora nelle ruote dentate di Savart. L'apparato motore manca di regolarità, manca ancor la perfetta determinazione del tempo della durata di un esperimento. Da ciò la necessità di dover prendere la media di molte osservazioni. Nei molteplici saggi, che io pure feci coi due anzidetti apparati (Vedi tav. I e II, annesse a questo scritto) costrutti in Parigi dai Sigr. Fabre e Kunemann sui modelli di quelli di Marloye e di Savart, che trovansi nel Gabinetto di Fisica del Collegio di Francia, ò riscontrata la necessita di dover prendere delle medie per fissare il numero delle vibrazioni di due diapason costrutti nella stessa officina di Parigi, che erano stati riconosciuti, l'uno di 128 vibrazioni e l'altro di 256 per minuto secondo (Vedi la tavola II). Tali numeri io non li ebbi che o per azzardo o molto prossimamente con varii esperimenti. Pensai perciò di perfezionare l'apparato misuratore introducendo le due anzidette modificazioni per aver una misura precisa ed assoluta di una data tonalità di un suono. L'acustica con tali apparati perfezionati, che qui in Padova possono esser costrutti dall' ingegnoso maestro di organi, Sigr. Marzolo, à il fondamento o l'instru-

mento di precisione per istabilire un suono fisso e per riconoscere ancora se i diapason, che si ritengono come normali, abbiano subito verun cangiamento. E indubitato che pel moto intestino molecolare dabbano accadere dei mutamenti in più o in meno. Ciò io l'ebbi a riscontrare in una armonica metallica, che da oltre un mezzo secolo possiede il Gabinetto di Fisica dell' Universita di Padova. Il *do* della prima ottava lo rinvenni crescente, il *mi* lo riscontrai calante, il *la* della seconda ottava abbassato di un mezzo tono, ed il *re* ed il *mi* della terza ottava divenuti disarmonici. Chi è che non conosca l'abbassarsi od il sollevarsi della tonalità per la semplice variazione di temperatura? L'unico fondamento impertanto per istabilire un tono fisso lo si à, come si è detto, nella Sirena acustica e nelle ruote dentate di Savart con que' miglioramenti, che sono stati di sopra indicati.

Gli scrittori non vanno d'accordo nel determinare l'estensione delle ottave de' suoni, che rispetto al nostro organismo sieno armonici. Nelle Memorie della Reale Accademia delle Scienze di Parigi Sauveur diede l'estensione di dieci ottave, ed Eulero limitò questa estensione a sole otto ottave (Tentamen novae Theoriae Musicae; Petropoli 1764) „Certa cosa è, scrive il P. Sacchi, che le voci acutissime e gravis- „sime sogliono essere ad udire poco grate, e male oltre a certo grado „si distinguono gli incrementi e decrementi loro. Questi simili effetti „discendono da ragioni contrarie. Conciossiacosachè la voce acutis- „sima ferisce, e stanca il sensorio con le troppo frequenti pulsazioni, „e la gravissima colla tardità e lentezza sua per gli intervalli assai „distanti, quasi il lascia ozioso. Le voci delle quattro ottave di mezzo, „come le più usitate, così anche sono le più dilettevoli, le cui grada- „zioni meglio si distinguono dall' orechio. Non è però a credere che „la facoltà dull' udito si stenda all' insù e all' ingiù in tutti gli uomini „egualmente.“ (Del numero e delle misure delle corde musiche, e loro corrispondenze pag. 117. Milano 1761, presso Gius. Mazzucchelli.)

Fra gli orecchi infatti dei divesi individui della specie umana vi à una grande deficienza di perfezione. Il che si deriva da due cagioni: *a)* dall'organizzazione più o meno sviluppata, o completa; *b)* dall'esercizio od educazione dell' orecchio. Pei suoni gravi Sauveur e Despretz ammisero 32 vibrazioni per secondo. Savart le portò da 14 a 16 semplici. Per gli acuti Savart a 48·000 e Despretz a 73·700. Ecco come Savart, estendendo e perfezionando i suoi apparati, giunse al massimo ed al minimo delle vibrazioni anzidette, e

come à esteso ancora i limiti dei suoni sensibili. Egli con una ruota dentata del diametro di $0^{m}\cdot24$ portante 360 denti ot enne il limite del suono percettibile ad 8000 vibrazioni per secondo; con una ruota del diametro di $0^{m}\cdot82$ munita di 720 denti il limite del suono percettibile lo portò a 48000 vibrazioni per secondo. Credette Savart che questo limite potrebbe essere esteso al di là di questo confine con una ruota di diametro maggiore ed armata con un numero di denti tuttavia maggiore. Pei suoni gravi egli alle ruote dentate ha sostituito un apparato a spatole di legno della lunghezza di $0^{m}\cdot60$ a $0^{m}\cdot70$, che faceva passare attraverso la fenditura praticata sopra un robusto banco di legno.

Mettendo in movimento l'apparato, per ogni passaggio della spatola dalla fenditura, si ode un suono che rassomiglia ad una leggiera esplosione; ma allorquando si accresce la velocità da far percorrere al sistema da 7 ad 8 passaggi di spatole, si ode un suono continuo e forte da coprire la voce di un organo, o di un basso. Savart valutò da 7 ad 8 vibrazioni il suono emesso, o da 14 a 15 semplici. Pensò Savart che con spranghe più lunghe si possono avere suoni più gravi, constituiti cioè di un numero minore di oscillazioni. Si può adunque conchiudere che i limiti assoluti dei suoni gravi ed acuti non sieno stati per anco derminati dai fisici.

Pare però che nell' apparato a spatole di Savart non si debba ripetere la gravità del tono direttamente dal numero delle spatole, che nell' unità di tempo attraversano la fenditura, ossia dal numero delle oscillazioni dell' aria vibrante o del velo aereo squarciato più o meno rapidamente dal passaggio delle spatole attraverso la fenditura. A questa dottrina si era avvicinato Despretz ammettendo che il tono nell'apparato di Savart debbasi ripetere dalle vibrazioni dell' aria, e delle diverse parti dell' apparato; ma egli non diede una diretta dimostrazione. Noi abbiamo supplito alla mancanza di questa prova, e l' abbiamo dedotta da questo che la bassezza, od acutezza del tono è dipendente dall' altezza della colonna aerea vibrante.

Il nostro apparato, che abbiamo fatto costruire a Parigi (Vedi tav. II) pel Gabinetto di Fisica della Università di Padova, ha le spatole della lunghezza di $0^{m}\cdot60$, della largherza di $0^{m}\cdot38$, e della grossezza di $0^{m}\cdot012$; la cassa armonica *a* è della altezza di $0^{m}\cdot066$ e quella della cassa armonica *b* è di $0^{m}\cdot033$. La distanza totale delle fenditure dal terreno è di $0^{m}\cdot95$. Nella cassa *a* si ebbe il *si* della tonica

fondamentale 128, e nella cassa *b* il *si* della tonica fondamentale di 256, cioè in ragione reciproca delle altezze delle colonne vibranti.

Si deve adunque il suono ripetere dalla colonna aerea vibrante, e non dal numero delle spatole, che in una unità di tempo attraversano la fenditura, nè dalle vibrazioni delle parti costituenti l'apparato.

Despertz con esperimenti eseguiti con tre diapason due dei quali davano le toniche fondamentali di due prossime ottave per esempio 128 e 256, ed il terzo il suono più acuto, che potè avere, dedusse il numero delle vibrazioni di quest' ultimo nell' unità di tempo di un minuto secondo, che fu, come abbiamo detto, di 73700, che dà il *re* un poco calante della tonica fondamentale di 65536 vibrazioni. Il *re* immediato sarebbe 73725·5.

I limiti adunque estremi ottenuti dai fisici Savart e Despretz sarebbero di 16 vibrazioni e di 72700 per minuto secondo.

Io trovo da un lato di restringere questi limiti pei suoni armonici e dall' altro di ampliarli. Al di sotto di 32 vibrazioni si ànno sbattimenti, ma non suoni armonici puri, e coll' ultima corda applicata al pianoforte, che ora sarebbe la novantesima, si à il numero di 349525·33.

Le durata impertanto di una vibrazione del tono più grave sarebbe di $\frac{1}{32}$ di secondo uguale a 0·0313 di secondo; e la durata di una vibrazione del suono più acuto sarebbe di $\frac{1}{349,525\cdot33}$ uguale a 0·00000286 di secondo.

Il suono più grave armonico sarebbe costituito da 3·2 ed il suono piu acuto da 34652·533 vibrazioni; posto che l'impressione nell'orecchio non persista che per 0·1 di secondo. Ecco il prospetto dei suoni comparativi secondo le nostre osservazioni ed esperienze.

I. Do di 32 piedi	= 10·m39,488	=	32 vibrazioni
	Limite del basso dell' organo		
la	basso del pianoforte.		
II. Do di 16 piedi	= 5·19,744	=	64 vibrazioni
la	basso del violone o cotrabasso.		
III. Do di 8 piedi	= 2·59,872	=	128 vibrazioni
	basso dell' violoncello		
sol	basso della voce umana.		
IV. Do di 4 piedi	= 1·29,936	=	256 vibrazioni
	basso del tenore della voce umana		
sol	basso del contralto e del soprano della voce umana.		

la	acuto del violone o contrabasso.		
V. Do di 2 piedi	= 0·64,968	=	512 vibrazioni
	basso del violino, del calarinetto e del oboe		
fa	acuto del basso della voce umana		
la	acuto del tenore della voce umana.		
VI. Do di 1 piede	= 0·32,484	=	1024 vibrazioni
	acuto del viloncello		
re	acuto del contralto della voce umana.		
VII. Do di $^1/_2$ piede	= 0·16,242	=	2048 vibrazioni
	acuto dell' oboe e del soprano della voce umana.		
VIII. Do di $^1/_4$ di piede	= 0·08,121	=	4086 vibrazioni
	acuto del violino.		
IX. Do di $^1/_8$ di piede	= 0·04,0605	=	8192 vibrazioni.
X. Do di $^1/_{16}$ di piede	= 0·02,03025	=	16384 vibrazioni
	limite acuto dell' organo.		
XI. Do di $^1/_{32}$ di piede	= 0·01,05145	=	32768 vibrazioni
mi	limite del suono di una canna a bocca del diametro di 4 millimetri e della lunghezza di un centimetro corrispondente a 40960 vibrazioni.		
XII. Do di $^1/_{64}$ di piede	= 0·005^{mm}	=	65536 vibrazioni.
XIII. Do di $^1/_{128}$ di piede	= 0·0025	=	131072 vibrazioni.
XIV. Do di $^1/_{256}$ di piede	= 0·00125	=	262144 vibrazioni
fa		=	349525,33 vibrazioni
	limite attuale acuto del pianoforte.		

Durando l'impressione sul nervo acustico per un decimo di secondo, si avrebbe la coesistente impressione o durata di 34952,533 vibrazioni, corrispondente al suono più acuto, che siasi potuto produrre fino ad ora dall'arte.

Non sarà del tutto inutile l'osservare che si fabbricano ora per uso dei pianoforti ventiotto numeri di corde, delle quali la più grossa si adopera sola per un quarto di ottava; due appresso per un' ottava e mezzo; e tre pel restante della scala.

La rinomata fonderia di campane in Padova del Sigr. Colbacchini à una esistenza da oltre ottanta anni, e conserva il suo diapason a canna con embolo, che à due ottave incomiciando da quella di 4 piedi uguale al *do* fondamentale di 256; conseva pure un corista in acciajo,

che in origine era il *fa* dell' ottava di 2 piedi, ossia della tonica di 512. Ora confrontato col diapason a canna si trova, che esso è più alto di mezzo tono, ossia dà in un minuto secondo 725·33 vibrazioni. In ottant' anni il tono originario di questo diapason si sarebbe alzato di 42·67 vibrazioni, posto che il diapason a canna sia rimasto fisso o costante.

Noi abbiamo degli argomenti per credere alla inalterabilità dei diapason in legno. Ne conserviamo uno, che vanta l'epoca di oltre un mezzo secolo, formato alla maniera comune, che in origine dava il *do* fondamentale di 8 piedi, ossia di 128 vibrazioni per secondo, e che ora pure coserva la medesima tonalità; il legno ben stagionato mantiene per età lunghissime lo stato molecolare di aggregamento senza sensibili alterazioni, a motivo della tessitura fibrosa, laddove nei diapason in acciajo abbiamo la tessitura granulare più mobile od instabile. Sappiamo d'altronde che nelle canne non à influenza la larghezza, che varia in proporzione della bocca, è pochissima per non dire nulla, fisicamente parlando, la variazione della profondità, nei limiti pero di qualche frazione di millimetro. Tutta l'influenza si avrebbe nel nostro caso a ripetere dalle variazioni accadute nella lunghezza della canna, la quale non ci ha lasciato traccia apprezzabile di una modificazione, che si possa dire sensibile, confrontando le divisioni notate sull' embolo coi toni che si provocano.

Il Gabinetto di Fisica dell' Università di Padova conserva quattro diapason in acciajo, che sono rappresentati nella figura dai numeri 1, 2, 3, 4 (Vedi Tav. III). Ne conserva pure tre parimenti in acciajo, che sono rappresentati dai numeri 5, 6, 7; e finalmente tre in legno di abete che portano i numeri 8, 9, 10. — Dall' inventario eseguito dal Sigr. Professore Dal Negro nel 1807, e dal catalogo delle aggiunte fatte al Gabinetto nel 1804 emerge, che la data di questi diapason devesi almeno riferire al periodo del 1778 al 1800.

Ecco le dimensioni di cadauno di questi diapason:

quello del numero 1 è della	lunghezza . . , . . .	di	0^{m}·0650
	„ larghezza	„	0·0030
	„ profondità o grossezza . .	„	0·0060;
quello del numero 2 è della	lunghezza . , ...	„	0·1350
	„ larghezza	„	0·0035
	„ profondità o grossezza . .	„	0·0070;
quello del numero 3 è della	lunghezza	„	0·1130

della larghezza . . . . di 0·0070
„ profondità o grossezza . . „ 0·0100;
quello del numero 4 è della lunghezza . . . . „ 0·1170
„ larghezza . . . . „ 0·0070
„ profondità o grossezza . . „ 0·0100;
quello del numero 5 ha il braccio maggiore della
lunghezza . . . . „ 0·0820
ed il braccio minore, o piu corto
della lunghezza . . . . . „ 0·0130
ambedue le braccia sono
della larghezza . . . . . . „ 0·0130
e della profondità o grossezza . „ 0·0060;
quello del numero 6 à il braccio maggiore della
lunghezza . . . . „ 0·0885
ad il braccio minore della
lunghezza . . . . „ 0·0565
ambedue le braccia ànno la
larghezza . . . . „ 0·0070
e la profondità o grossezza . . „ 0·0100;
quello del numero 7 è della lunghezza . . . . „ 0·1110
„ larghezza . . . . „ 0·0055
„ profondità o grossezza . . „ 0·0095;
quello del numero 8 è della lunghezza . . . . „ 0·0655
„ larghezza . . . . „ 0·0055
„ profondità o grossezza . . „ 0·0075;
quello del numero 9 è della lunghezza . . . . „ 0·0850
„ larghezza . . . . „ 0·0055
„ profondità o grossezza . . „ 0·0092;
quello del numero 10 è della lunghezza . . . . . . „ 0·3475
„ larghezza . . . . . . „ 0·0090
„ profondità o grossezza . „ 0·0130.

Il diapason del numero primo porta scritto sopra una delle sue faccie il *sol* dell' ottava di un piede, ed ora risponde al *la* della medesima ottava. Verso la fine adunque del secolo passato, questo diapason avrebbe dato in un minuto secondo 1536 vibrazioni, ed ora nel 1857 ne viene a dare 1706·66; nel periodo adunque da oltre mezzo secolo si sarebbe questo diapason innalzato di 170·66 vibrazioni per minuto secondo.

Il corista del numero secondo porta scritto, in modo però che non è intieramente conservato rilevandosi solo nettamente le due lettere *o* ed *l*. il *sol* dell' ottava di quattro piedi; esso adunque nel secolo scorso avrebbe dato per minuto secondo 348 vibrazioni, ed ora non si sarebbe innalzato che di circa mezzo tono ossia sarebbe accresciuto di circa 16 vibrazioni. Cogli strumenti però impiegati non ho potuto determinare con precisione il quanto dell'aumento.

Il diapason del numero terzo, che porta un anello in ottone con vite di pressione per registrarlo, porta scritto *fa* dell ottava di due piedi. Esso avrebbe dato nel secolo scorso per minuto secondo 682·66 vibrazioni. Ora nel 1857 rappressenta il *sol* perfetto; ossia dà 768 vibrazioni per minuto secondo. Viene esso ad essersi innalzato di 85·34 vibrazioni per minuto secondo.

Il diapason del numero quarto con anello pure di ottone, e vite di pressione per registrarlo, porta scritto in una delle sue facce il *sol* dell' ottava di due piedi. Esso nel secolo scorso avrebbe dato per minuto secondo 768 vibrazioni; ed ora nel 1857 dà il *sol* un poco crescente.

Tutti cinque adunque i diapason anzidetti, compeso quello della fonderia Padovana, avrebbero presentato un innalzamento ma però ineguale tanto nelle varie scale, che nella medesima. Gli estremi sarebbero fra un tono e un quarto di tono circa. Bisogna conchiudere che è ben difficile costruire diapason con acciajo, che si possa dire che abbia la medesima, assoluta e identica disposizione molecolare.

Si osserva nei due diapason ad anello, che il tono si innalza, allorchè l'anello si abbassa; ma che la sonorità in pari tempo si rende minore; e viceversa si nota, che si rende il tono più grave portando l'anello all' estremità superiore del braccio, e che la sonorità si rende più intensa. Si à da questo duplice fenomeno, che la sonorità è in ragione reciproca del numero delle vibrazioni. Pare che questa ragione inversa del numero delle vibrazioni colle sonorità si derivi da questo che il tono dipende dal numero delle vibrazioni eseguite in una unità di tempo, e la sonorità dal numero delle molecole vibranti, o dall' ampiezza delle loro vibrazioni, come si dice comunemente.

Allorquando l'anello si abbassa colla vite di pressione è come si fosse accorciato il diapason. Il numero delle vibrazioni adunque deve seguire la ragione inversa del quadrato della lunghezza del diapason, ma in pari tempo l'ampiezza delle vibrazioni è raffrenata

dalla pressione della vite e al contrario allorquando l'anello si innalza, o si porta all' estremità superiore del braccio del diapason, accade che la lunghezza del diapason è come si fosse accresciuta; e perciò il tono si deve render più grave per la legge anzidetta. Ed in pari tempo le braccia del diapason non vengono essere impedite, o infrenate nell' ampiezza delle loro vibrazioni.

Dei tre coristi portanti i numeri 5, 6 e 7 non v' à che quello del numero 6 che dia un tono, che è il *do* di $^1/_2$ piede, ossia di 2048 vibrazioni, il quale prontamente si estingue.

Si vede l'influenza delle ineguaglianze delle braccia nella produzione del tono, e la necessità che le due braccia sieno unite metallicamente nella parte arcuata perchè il tono si generi.

Il diapason del numero 8 di legno dà il tono, che è il *re* dell' ottava di un piede, ossia 1152 vibrazioni.

Quello di legno del numero 9 dà il *fa* dell'ottava di due piedi cioè 682·67 vibrazioni per minuto secondo.

Quello finalmente di legno del numero 10 dà il *do* dell'ottava di 8 piedi 128 vibrazioni per minuto secondo.

La verificazione di queste tonalità fu da me eseguita coll' organo del Sigr. Marzolo, e col diapason a canna del Sigr. Colbacchini; e l'egregio Sigr. Pighi mi fu egli pure cortese di un tale riscontro a mezzo del proprio corista. In questa occasione ebbi a rilevare che il suo oboe, che conta circa mezzo secolo, rimase in confronto degli attuali coristi più basso di mezzo tono. Il che per me fu una nuova prova della stabilità del tono dell' istrumento in legno ben compatto come il bosso e l'ebano stagionati. Dovette egli di alcuni millimetri accorciare l'instrumento e la piva o imboccatura per rialzare il tono fondamentale, che fosse in accordo coi diapason attuali.

Da tutto questo noi dobbiamo conchiudere all' instabilità continua dei diapason in acciajo; e al bisogno di dover ricorrere al diapason a canna ed embolo, che è più stabile; ed in ogni caso al confronto con istrumento misuratore di precisione, quale e la Sirena; e l'apparato delle ruote dentale, con que' perfezionamenti, che ho di sopra esposti.

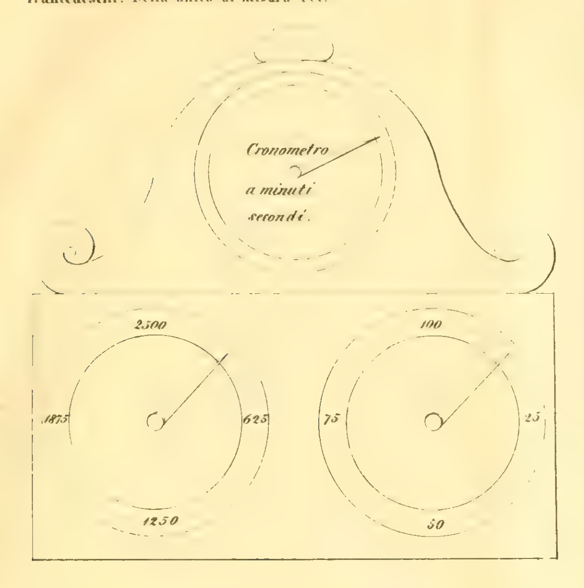
Nota alla Memoria III. sulla unità dei suoni ecc. ecc.

Agli argomenti arrecati io ne posso aggiugnere altro, che mi à fornito un diapason, che m'ebbi dalla cortesia del Sig. Francesco Cavedini di Verona, rinomatissimo fonditore di campane, il quale lo ebbe dal suo avolo Francesco egualmente fonditore di campane in contrada S. Nazzaro di Verona. Il Sig. Cavedini Francesco à documenti per garantire l'età secolare di questo diapason. Egli pure ne' suoi registri à notato che in origine era il *do* della tonica di 2 piedi del corista romano. Sperimentando ora io col corista a canna ed embolo della celebrata fonderia padovana, trovai essere il *re*. Per le ragione anzidette il corista a canna si dee ritenere come fisso o normale; adunque il diapason in acciajo si sarà esso innalzato di un tono. Ritenuto che il corista romano rispetto al diapason normale de' fisici di 256 fosse stato di 264, minore ancora di quello di Napoli, il nostro corista secolare si sarebbe innalzato di 66 vibrazioni per secondo. — Il *la* moderno di Vienna, quale si usa dall' orchestra del teatro di Verona, à per tonica la nota di un piede eguale a 1024 vibrazioni. Il *la* sarebbe di 1706·66. Ora confrontato questo *la* con quello dato dal diapason a canna della fonderia padovana, è innalzato di mezzo tono, ossia l'aumento delle vibrazioni sarebbe stato di 106·67.

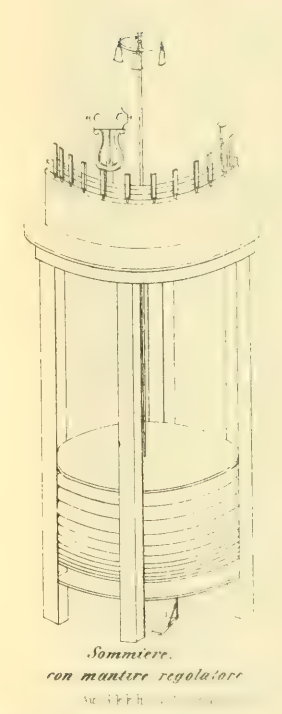
A questo vuolsi aggiugere che le campane nella successione dei tempi aumentano della loro tonica originaria; e il loro aumento in termine medio riesce di un quarto di tono. È accaduto a fonditori di campane, che essendo stato loro ordinato di rifondere una campana di un concerto, che era andata rotta, si trovarono in errore essendosi attenuti per la fusione dell' ultima ai toni dei loro antichi registri. La nuova campana si trovò disarmonica colle precedenti e si accorsero allora dell' innalzamento del quarto di tono, al quale andarono soggette nella successione del tempo le antiche campane.

Non debbo omettere che gli antichi organi del Nachini, che contano quasi un secolo e mezzo, quelli ancora del suo successore Calido, che ànno quasi un età secolare, furono tutti innalzati nella tonica di mezzo tono circa per potersi avvicinare a quella del diapason moderno, come mi à assicurato aver eseguito pressochè in tutti gli organi di Venezia il Sig. Bassani, distinto costruttore di organi e successore del Calido. L'innalzamento sarebbe stato all' incirca di

mezzo tono; e quasi di un tono sarebbe stato l'innalzamento in quelli degli Stati Pontificii fabbricati dal Calido. I distinti suonatori di flauto, che vanta Venezia, ànno sperimentato, che quelli fabbricati nel secolo scorso dal Pallanca, dal Mazzaini, dal Fornari, e da Pellegrino De Azzi sono di un tono più bassi di quelli, che si costruiscono attualmente. È una grande dispiacenza nell' osservare che non si segue egola alcuna costante nelle varie città, e perfino nella medesima. Il diapason del teatro della Fenice di Venezia è più alto di quello che segue il Bassani nella fabbrica degli organi; ed egli à due buone ragioni per attenersi a questa regola. La prima si è, che l'organo conserva la sua maestà originaria; e la seconda, che si adatta meglio alla voce naturale de' cantori ecclesiastici. Egli mi à favorito un antico corista a canna ed embolo, che è passato tradizionalmente dal Nachini al Calido e Bassani padre e figlio. Questo corista o diapason vale per un' intera ottava cromatica, che confrontata coi diapason moderni, e precisamente con quello di Vienna, si trova più bassa di mezzo tono circa. Anche questi nuovi fatti, che ò potuto raccogliere, comprovano che i diapason in acciajo colla successione del tempo si alzarono tutti più o meno dalla loro tonica fondamentale, mentre si conservarono costanti o fissi quelli a canna, che vengono tuttavia usati nell' accordo degli strumenti in alcune parti d' Italia.

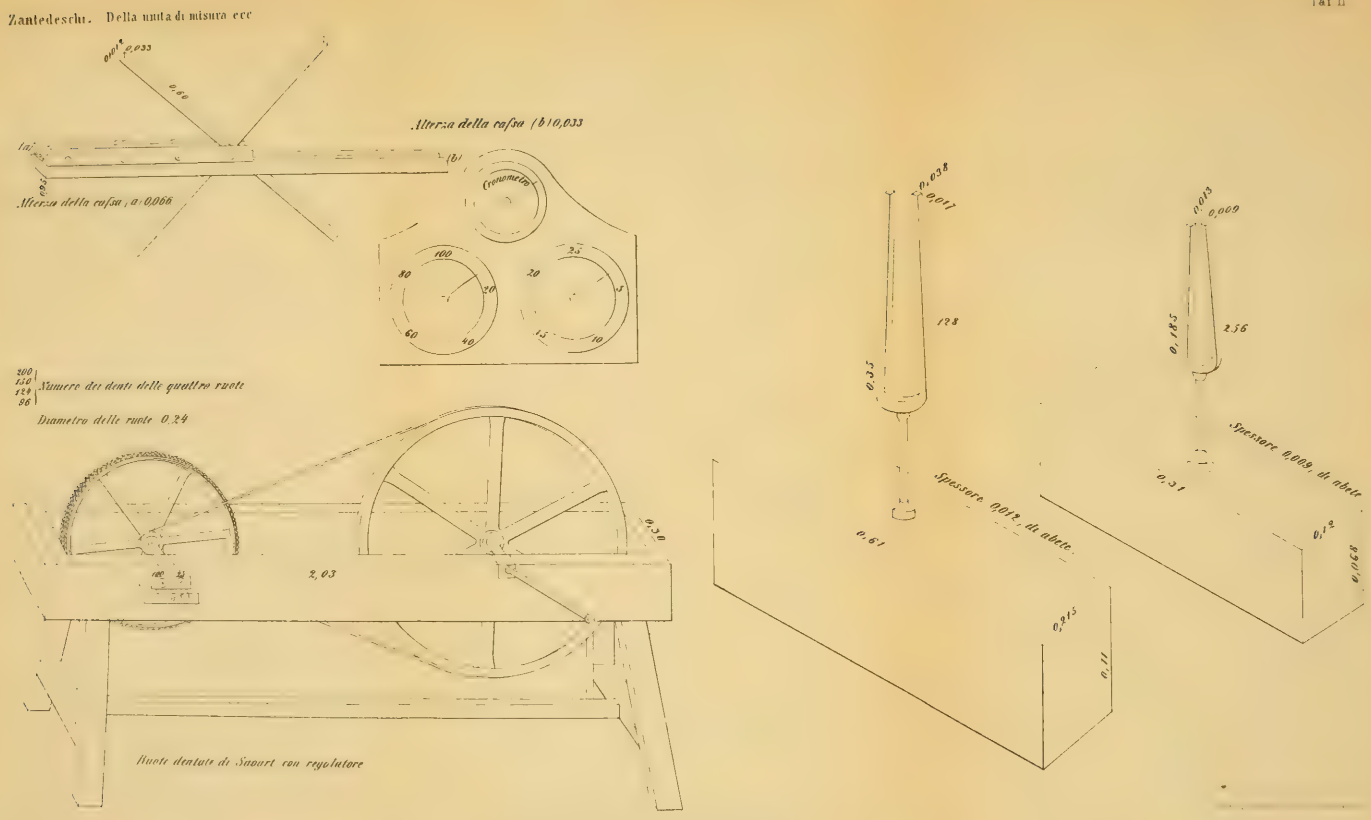


Sirena acustica con cronometro.

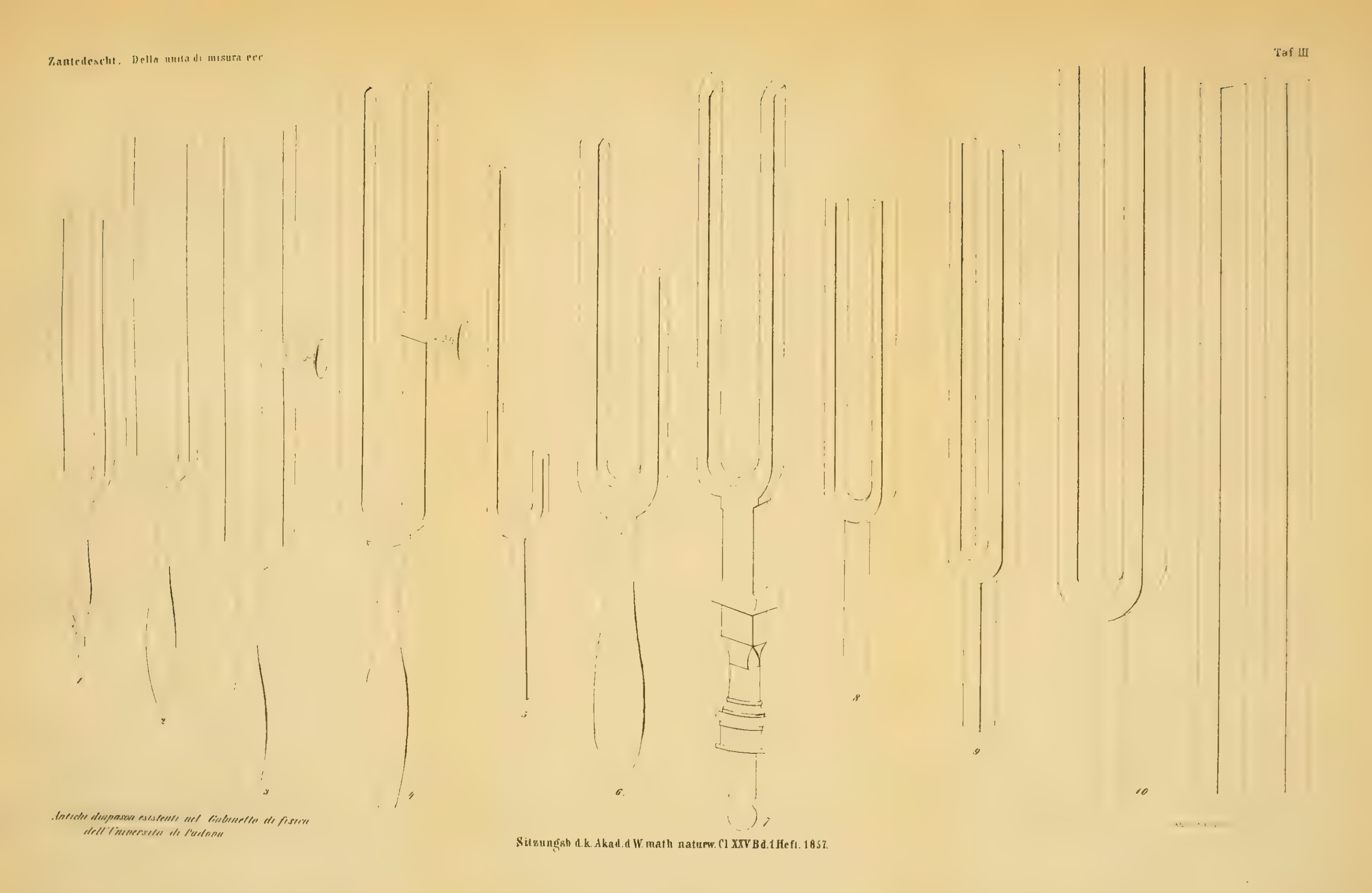


Sommiere.
con mantice regolatore

mezzo tonc
degli Stati
che vanta
scorso dal
Azzi sono
mente. È
egola alcu
Il diapaso
segue il B
ragioni pe
conserva l
alla voce
antico cor
Nachini al
vale per
moderni,
mezzo to
comprova
alzarono
conserva
usati nell


Alterza della cafsa (b) 0,033
Alterza della cafsa (a) 0,066
Cronometro
Numero dei denti delle quattro ruote
Diametro delle ruote 0,24
Ruote dentate di Savart con regolatore
Spessore 0,012, di abete
Spessore 0,009, di abete





Antichi diapason esistenti nel Gabinetto di fisica dell'Università di Padova



Über Thierknospen und Zellen.

Von **Professor J. Engel.**

(Mit 1 Tafel.)

Zwei Jahrzehnte sind nun beinahe verstrichen, seit Schleiden und Schwann ihre Untersuchungen über Pflanzen- und Thierzellen, deren Entwicklung und Fortbildung veröffentlichten. Die Ansichten dieser beiden Männer wurden von denjenigen Naturforschern, denen die Zelle wirklich als die wichtigste Elementarform galt — und die Zahl dieser Naturforscher ist weitaus die grössere — so ziemlich allgemein angenommen, und wenn auch hier und da im Einzelnen einiges verbessert, anderes hinzugefügt, manches in spätern Zeiten anders gedeutet wurde, so hatte doch Niemand an den eigentlichen Grundfesten der Entwicklungslehre der Zellen, vor allen der thierischen Zellen, im Ernste gerüttelt.

Ein neues Eingehen in eine längst für ausgemacht anerkannte Sache muss immer als ein grosses Wagniss erscheinen, und ich bin mir dessen wohl bewusst, indem ich mit einer neuen Ansicht vor die Öffentlichkeit trete. Aber seit der Zeit, wo ich in meinen Vorträgen derselben Erwähnung gethan, sind bereits mehr als vier Jahre verstrichen, und ich hatte seitdem immer Gelegenheit, dieselbe von Neuem zu bestätigen, so dass mir die Richtigkeit derselben nicht mehr zweifelhaft erscheint; andererseits lässt die Schleiden-Schwann'sche Theorie der Entwicklung der Zellen und ihrer Derivate der Natur der Sache gemäss doch noch eine andere Auslegung zu.

Man mag einer bestimmten Entwicklungslehre noch so fest anhängen, so viel wird man doch zugeben müssen, dass die Methode, die Entwicklung mikroskopisch feiner Formen zu studiren, mit einer grossen Schwierigkeit zu kämpfen hat; diese Schwierigkeit liegt darin, dass wir in der Regel nicht die werdenden, sondern die gewordenen Formen zur Untersuchung bekommen, dass wir es gewöhnlich nicht in unserer Macht haben, den Gang der Entwicklung der Elementarformen so zu regeln, um immer vollkommen sicher zu sein, an dem

richtigen Ausgangspunkte unserer Untersuchungen uns zu befinden. Und doch hängt hiervon alles ab. Die verfehlte Wahl des Ausgangspunktes ist massgebend für die ganze folgende Untersuchung, und trotz eines richtigen Detailstudiums kann die ganze Darstellung der auf einander folgenden Entwicklungsvorgänge eine unrichtige werden.

Bei einer Entwicklungslehre mikroskopischer Theile müssen wir uns die Glieder einer Reihe zusammenlesen und sie nach ihrer mehr oder minder hervortretenden Ähnlichkeit auf einander folgen lassen. Niemand bürgt uns aber, dass wir das erste Glied oder die auf einander folgenden Glieder in allen Fällen richtig gewählt haben. Reihen von nicht gar zu vielen Gliedern könnten vielleicht sogar völlig umgekehrt werden müssen. Was z. B. dem Einen ein Zeichen von Theilung zellenartiger Gebilde scheint, kann bei dem Andern für einen Beweis der Verwachsung gelten, und es wird schwierig sein, hierüber mit vollkommener Sicherheit zu entscheiden.

Die Zusammenstellung der Glieder einer Reihe ist aber selten eine so vollständige, dass nicht oft ein Interpoliren der Reihe nothwendig wird. Man glaubt hierbei in seinem guten Rechte zu sein, denn zwei einander sonst nahestehende Formen lassen — so meint man — keine andere Übergangsform als die interpolirte zu, und oft glaubt man in einer Zeichnung durch einen einfachen Strich oder nur durch die Verlängerung eines Striches die Reihe vervollkommnen und sich aus der Verlegenheit ziehen zu können. Aber — so geringfügig die angebrachte Veränderung zu sein scheint, sollte sie doch mit Vorbedacht vermieden werden, denn bei Elementarformen, bei denen man es ohnehin kaum mit mehr als zwei Contourlinien zu thun hat, ist eine hinzugefügte dritte Linie eine Erdichtung von mehr als der Hälfte der ganzen Form, und der Fehler wird daher um so grösser, je einfacher die untersuchte Entwicklungsform ist.

Die Frage über die Entwicklung der Zellen dreht sich hauptsächlich um einen Punkt, um den nämlich, welcher der verschiedenen Theile der Zelle der erstgebildete sei, ob die Zelle, ob der Kern, und man ist darin, glaube ich, ziemlich einig, dass der Kern das erste, die Zelle dagegen das später entwickelte Gebilde sei, und nur über diese Art, wie sich die Zelle um den Kern oder aus dem Kerne entwickeln soll, werden verschiedene Ansichten vorgebracht, der eigentliche Vorgang der Kernbildung wird dabei weniger beachtet. Entweder lässt man um den vorhandenen Kern eine granulöse Masse sich

ablagern, die nach und nach zur Zellenwand sich consolidirt, oder man nimmt noch kürzer an, dass der Kern später von einer Haut umschlossen werde, die entweder aus der Blastemflüssigkeit sich bildet, oder als Absonderung des Kernes selbst entstanden ist; oder man glaubt, der Kern vergrössere sich, seine Wand werde selbst Zellenwand, in seinem Innern entwickle sich ein neuer Kern. Keine dieser Vorstellungsweisen hat den Vortheil, durch eine directe Beobachtung gestützt zu werden; was man unmittelbar beobachten kann, ist nur dies, dass bei frisch entstandenen Zellen die Zellenhöhle oft vom Kerne fast ausgefüllt wird, während bei älteren Zellen der Kern verhältnissmässig klein ist. Diese Thatsachen bilden den Ausgangspunkt fast aller Meinungen.

Auf die erwähnten Weisen sucht man sich zu erklären, wie der Kern in die Zelle kommt; dagegen bleibt es ganz unerklärt, wie der Kern, was so häufig der Fall ist, von einer Duplicatur der Zellenwand aufgenommen wird, und an diesem einfachsten Umstande, der fast bei jeder frisch gebildeten Zelle gefunden wird, bewährt sich eben keine der angegebenen Hypothesen, ausser man greift zu einer neuen Hypothese, wodurch natürlich die andere nicht eben an Festigkeit gewinnt.

Mit der ersten Frage hängt eine andere zusammen: wie die Zellenmembrane selbst sich bilde. Wenn man sie aus einer körnigen Schicht entstehen lässt, die sich allmählich schärfer abgrenzt und endlich zu einer homogenen Haut wird, so ist dies wohl nur eigentlich ein Bild, unter dem wir, gleich den Mineralogen atomistischen Ansichten huldigend, uns den innern Vorgang der Gestaltung anschaulicher zu machen bestrebt sind, weil wir uns überhaupt die Entstehung grösserer Theile nicht anders denken können, als indem wir kleinere Theile Bausteinen ähnlich an einander fügen; aber der wahre Sachverhalt ist es sicher nicht, und wir müssen uns bescheiden, Membranen an Zellen als fertige Bildungen anzunehmen, ohne die Art näher bezeichnen zu können, nach der sie entstanden sind.

Dasselbe gilt auch von einer dritten Frage, nämlich über die Bildung des Kernes. Man glaubt in den wenigen Fällen, in denen man noch spontane Kernbildung zulässt, die Entstehung eines Kernes leichter begreifen zu können, wenn man ihn aus den vielen uns zu Gebote stehenden Elementarkörnchen durch Zusammenfügung hervorgehen lässt; aber gewiss mit Unrecht. Durch die Annahme des

Verschmelzens mehrerer Elementarkörnchen kann man sich allenfalls bildlich vorstellen, wie ein Körper entsteht, der auch an Grösse einem Kerne ähnlich wird, nachdem er ihm an Form längst geglichen; dann hat man aber eben nur ein grösseres Elementarkörnchen statt mehrerer kleinerer; wie aber daraus ein Kern entsteht, begabt mit jenen Fähigkeiten, die wir am Kerne doch nie vermissen, namentlich der Fähigkeit sich weiter zu bilden oder zu theilen, wird eben nicht erklärt werden können.

Ich halte es für zweckmässiger, die Beantwortung dieser beiden letzten Fragen der Zukunft zu überlassen und die Sache zu nehmen, wie sie ist. So wie wir Krystalle nicht im Entstehen beobachten können, da sie uns immer schon als gewordene Krystalle sich darstellen, eben so gibt es gewisse organische Formen, die wir nicht im Zustande des Werdens, sondern immer nur als gewordene erblicken, und an diese knüpfen wir an, ihre weiteren Entwicklungen sind Gegenstand einer naturwissenschaftlichen Forschung.

Schon seit Jahren bin ich zur Überzeugung gelangt, dass der Kern nicht dasjenige Gebilde sei, welches zuerst entsteht; durch die Untersuchung des Wachsens abgeschnittener Haare ist diese Überzeugung nicht nur befestigt worden, sondern es ist auch der unmittelbarste experimentale Beweis dafür gegeben worden, ein Beweis, der nicht vielleicht zufällig nach vielem vergebenen Suchen, sondern nach Belieben, ich möchte sagen jeden Augenblick, von jedem geführt werden kann, so dass der Vorgang der Zellenbildung wenigstens für diese Art productiver Thätigkeit, als das Nachwachsen abgeschnittener Haare ist, und mithin auch nach der Analogie für das Nachwachsen anderer durchschnittener Theile der unmittelbaren Beobachtung unterzogen werden kann.

Aus den Spitzen abgeschnittener Haare, ja selbst einzelner Fasern der Haare, sieht man nämlich Knospen hervorbrechen, die weder aus Zellen, noch aus Kernen herauswachsen, aber anfänglich die rundliche Form einer thierischen Zelle besitzen, welche bei fernerem Wachsthum in eine sogenannte spindelförmige Gestalt übergeht. Nachdem diese Knospen durch eine bestimmte Zeit blos wieder zur neuen Knospenbildung verwendet worden waren, von denen jede eine zellenartige Form besitzt, ohne selbst die anderen Embleme einer Zelle (Kern, Inhalt, Zellenwand) zu zeigen, beginnt erst, und zwar wieder in einer messbaren Zeit, die Bildung von Kernen oder,

besser gesagt, von kernartigen Gebilden, und die Zelle ist nun fertig; wenigstens lässt sich zwischen der so entstandenen und den anderen thierischen Zellen auch nicht der geringste Unterschied auffinden; auch ist bisher Niemanden eingefallen, diese Zellen des Haares für etwas anderes als für Zellen zu erklären.

Da an den nicht abgeschnittenen Haaren, auch an den Haaren neugeborner Früchte, ganz ähnliche Formen vorkommen und man die abgeschnittenen Haare vom nicht abgeschnittenen Nachwuchse überhaupt nicht unterscheiden kann, so hatte ich wohl Recht, zu schliessen, dass der Zellenbildungsprocess auch an diesen letzteren in ganz gleicher Weise vor sich gehe.

Ich dehnte dann meine Untersuchungen auf die Federn aus. Auch hier fand ich die Knospenbildung der Zellenbildung vorausgehen, was mir um so wichtiger war, als man gerade bei den Federn die Analogie der pflanzlichen und thierischen Zellen am besten nachweisen kann, und die Zellen der Federn, sowie jene der *Chorda dorsalis* bei dem ersten Versuche einer Entwickelungsgeschichte der thierischen Zellen eine Hauptrolle hatten. Auf diese Weise war das vermittelnde Glied zwischen den Wachsthumsformen verletzter und nicht verletzter ursprünglicher Theile gefunden; die Thatsache scheint mir nun festzustehen, dass die Kernbildung der Zellenbildung nicht vorausgehe, oder, besser gesagt, dass weder Zellen- noch Kernbildung der erste Bildungsvorgang seien. Nachdem ich diese Thatsachen einmal aufgefunden, erklärten sich mir viele der in Zellen zu beobachtenden Vorgänge in überraschend leichter (freilich den bisher gangbaren Ansichten über die Zelle widersprechender) Weise, und so glaubte ich nicht länger zögern zu sollen, die Zellenentwickelungslehre zu geben, wie ich sie seit Jahren durch zahlreiche Untersuchungen als die nicht nur mögliche, sondern auch wirkliche bewährt gefunden habe.

Man kann die Frage, ob Zellen durch eine Art von *Generatio originaria* aus plastischen Flüssigkeiten entstehen, als abgethan ansehen, und da fast Niemand mehr dieser spontanen Bildung von Zellen das Wort zu reden bereit sein dürfte, von der Thatsache ausgehen, dass zur Entstehung von Zellen präexistirende Formen nothwendig sind.

Der Zellenbildung geht am abgeschnittenen Haare die Knospenbildung voraus. Die Knospe ist ein rundliches Gebilde, welches, wenn man es sich isolirt denkt, als eine kugelartige homogene Masse erscheint,

in der kein Unterschied zwischen Peripherie und innerer Substanz gemacht werden kann. Nichts desto weniger scheint ein solcher Unterschied zu bestehen, denn an den nachfolgenden nun zu beschreibenden Vorgängen betheiligt sich die äusserste Peripherie der Knospe nicht.

In der structurlosen Knospe Fig. 1. beginnt eine Abtheilung in zwei Hälften, *a* und *b* Figur 2, ganz nach dem ursprünglichen Typus der Knospenbildung überhaupt. Jede Knospe an abgeschnittenen Haaren erscheint gleich von dem Augenblicke an, wo sie überhaupt zu erkennen ist, als ein fertiges Gebilde, dessen Zusammenfügung aus kleinen Theilen eben so wenig beobachtet werden kann, wie die des mikroskopisch kleinen Krystalles. Wo sich eine Knospe abschnürt, geschieht dies nicht allmählich, sondern die Abschnürung tritt uns eben fertig entgegen, ohne dass wir den Vorgang der Abschnürung Schritt für Schritt verfolgen könnten. So erscheint auch die Abtheilung *a* der 2. Figur unvermittelt und gleich ursprünglich vollständig, ohne Zwischenglieder und ohne allmähliche Übergänge von einem minder entwickelten zu einem entwickelteren Zustande.

Das eben Gesagte gilt aber nicht blos von Knospen abgeschnittener Theile, sondern ist, wie noch ausführlicher erörtert werden soll, überhaupt der Typus der Zellenbildung.

Die Räume *a* und *b* der 2. Figur haben mannigfache Schicksale.

Die Abtheilung *b* erscheint nicht selten minder durchsichtig und dann gilt uns Figur 3 für eine Zelle, in der *a* den Kern darstellt, während in *b* ein etwas trüber Zelleninhalt enthalten zu sein scheint. Der Kern *a* ist in diesem Falle wandständig, liegt jedoch an der innern Wand der Zelle nackt, d. h. er ist in keiner Duplicatur der Zellenwand eingeschlossen.

Denkt man sich die Kugelzelle Figur 3 so um ihren Mittelpunkt gedreht, dass *a* gerade nach oben zu liegen kommt, so ist der sehr helle Kern dem Anscheine nach ein centralstehender. Zwischen dem Kerne und der ganzen Zelle besteht ein bestimmtes Durchmesserverhältniss, da sich alle diese Formen mit geometrischer Regelmässigkeit ausbilden. Der Kern *a* zeigt nämlich einen halb so grossen Durchmesser als die ganze Zelle. In einer meiner frühern Abhandlungen (über das Wachsthumsgesetz thierischer Zellen, Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften in Wien) habe ich dieses Verhältniss in zahlreichen Fällen durch Messungen nachgewiesen, ohne

dass mir dazumal der Grund derselben klar geworden wäre. Nur glaubte ich in obiger Abhandlung das Verhältniss $\frac{n}{2(n-1)}$ aufstellen zu müssen, wo n die entsprechenden Durchmesser des Kerns und der Zelle in Zehntausendsteln Par. Zollen und die constante Zahl 1 gleichfalls $^1/_{10000}$ P. Zoll bedeuten soll. Nach meinem nunmehrigen Dafürhalten ist die negative Grösse im Nenner wegzulassen, was auf das Gesammtresultat nur einen geringen Einfluss ausüben kann. Ist das Verhältniss ein anderes, z. B. $^2/_3$, $^3/_4$ oder $^1/_3$, $^1/_4$, so zeigt dieser, wie noch weiter unten dargethan werden soll, an, dass bereits eine Veränderung in der Zelle eingetreten ist, oder dass sich die Zelle nach einem anderen Typus entwickelt hatte.

Beobachtet man eine Zelle vom obigen Verhältnisse $^1/_2$ in ihrer regelmässigen Lage, so dass der Kern *a* gerade nach oben gewendet ist (Fig. 4), so ist der Kern allseits von der Zellenwand ziemlich enge umschlossen; der Raum zwischen dem Kerne und der Zellenwand beträgt nämlich nur die Hälfte des Durchmessers vom Kerne. Man weiss längst dass bei jungen Zellen die Zellenhaut den Kern ziemlich nahe umgibt, doch ist's ganz unrichtig, dass der Kern verhältnissmässig um so grösser sei je jünger die Zelle. Es sollte heissen, die Zelle ist um so jünger, je mehr Kern und Zelle im einfachen Durchmesserverhältnisse 1:2 oder 1:3 stehen.

Im Raume *a* Fig. 3 wird, wenn er grösser geworden, gewöhnlich ein Kernkörper sichtbar; wie dieser entsteht, wird später erwähnt werden.

Die beiden Räume *a* und *b* können sich entweder gleichzeitig und gleichmässig vergrössern, oder es vergrössert sich blos der eine.

Vergrössert sich der Raum *a*, den ich vorläufig den Kern heissen will, ohne damit etwas weiteres über seine Natur andeuten zu wollen, so wird dadurch der Raum *b* auf einen schmalen Streifen reducirt, wodurch die ganze Knospe (oder auch Kugelzelle) das Aussehen der 5. Figur erhält. Liegt der Kern bei der Beobachtung nach oben, so erscheint die Knospe oder Zelle wie Figur 6 darstellt; ein verhältnissmässig grosser, heller Kern wird von einer eng anliegenden Zellenwand umgeben. Der so vergrösserte Kern heisst nun bei den Histologen der Brutraum. Dieser Name wird allerdings gewöhnlich nur von sehr grossen Zellen gebraucht; aber die Grösse macht hierbei keinen Unterschied; auch Zellen, die nicht viel grösser sind

als Blutzellen, sind sehr häufig in ganz gleicher Weise wie die Zellen mit Bruträumen geformt.

Irrthümlich glaubt man, dass der Brutraum ein vergrösserter Kern sei, in dem der Kernkörper zu Grunde gegangen. Der Kernkörper war aber überhaupt nie zugegen, und der sogenannte Kern ist nur eine Abtheilung einer Knospe, eine Knospe in einer andern.

Bei sehr kleinen Knospen oder Zellen von Blutkörpergrösse ist der Raum *b* der 5. Figur begreiflicher Weise so schmal, dass er bei der bezeichneten Lage leicht übersehen werden kann, was um so eher möglich ist, da die Contouren bei so kleinen Körpern nicht als scharfe oder dunkle Linien hervortreten. Man hält dann die Fig. 5 entweder für eine kernlose Zelle, oder für einen nackten Kern und zieht dann, namentlich bei krankhaften Theilen, aus dem vermeintlichen Schwinden des Kernes oder aus der Anwesenheit nackter Kerne Schlüsse, deren Richtigkeit entweder der nächste Moment in Frage stellt, oder deren Richtigkeit nicht controlirt werden kann, weil eben das Object dem Lebenskreise nicht mehr angehört.

Der Raum *a* bleibt aber nicht immer steril, sondern derselbe Vorgang, durch den er selbst gebildet worden, tritt auch in ihm von Neuem auf, und so bilden sich durch neue Querspaltung im Innern dieses Raumes Formen wie jene der 7. Figur und verschiedene andere, von denen im Verlaufe noch die Rede sein wird.

Eben so häufig kommt es vor, dass der Raum *b* (der 3. Figur) sich unabhängig von *a* vergrössert, und so entsteht nun die 8. Figur, in welcher bei grösserer Ähnlichkeit mit den bekannten Zellen, die Durchmesser des Kernes und der Zelle in jedem andern Verhältnisse als 1 : 2 oder 3 stehen können. In einer grossen Zelle erscheint ein verhältnissmässig kleiner Kern, was man zwar gewöhnlich von einer Schrumpfung des Zellenkernes herleitet, was aber in der That nichts anders ist als ein Stehenbleiben des Kernes auf einer einmal angenommenen Grösse.

Zellen von der Art wie sie die 8. Figur darstellt, bleiben nicht selten was sie sind, sie entwickeln sich in keiner andern Weise. Sie sind gewöhnlich mehr platt als kugelrund; ihre Contouren sind sehr scharf, wenngleich fein; ihr Inhalt ist durchaus formlos, farblos und durchsichtig; ihr Kern ragt nackt in die Zellenhöhle hinein, ist aber an einer Stelle der Wand festgewachsen. Die Zellenwand scheint ziemlich spröde zu sein, denn man bemerkt nicht selten Risse in der-

selben und bekommt daher in Theilen, in welchen derartige Zellen in grösserer Menge zugegen sind, bei nicht ganz sorgfältiger Präparation leicht Trümmer von Zellen zu Gesichte.

In manchen Fällen entwickeln sich aber auch in dem Raume *b* wieder neue Abtheilungen und es entstehen dadurch Knospen, die aus lauter zwiebelartig in einander geschichteten Schalen bestehen. So entsteht z. B. aus der Fig. 8, in der drei solcher Abtheilungen *a'*, *a*, *b* vorhanden sind, deren vier und noch mehrere (Fig. 9). Gewöhnlich hat dabei die ganze Knospe ihre Form verändert und statt der kugelrunden Gestalt zeigt sie eine längliche, fast tannenzapfenartige Form.

Nicht immer aber ist eine derartige Theilung so regelmässig, dass jede Schichte eine genau bestimmte Gestalt, etwa die einer stark concav-convexen Linse besässe; die Theilungslinien nehmen im Gegentheile oft verschiedene Lagen gegen einander an, wodurch eine solche Schicht an der einen Seite oft beträchtlich dicker wird als an der andern; das Princip bleibt aber immer dasselbe, nur die Detailausführung ist verschieden.

Jede Unterabtheilung dieser zwiebelartigen Knospen zeigt aber wieder ein mehr minder regelmässiges Zerfallen in ähnliche blattartige Schichten und so erblickt man nicht selten Knospen mit vielfach über einander gelagerten Hautschichten (Fig. 10), deren Zahl mithin um so grösser wird, je älter die Knospe geworden.

Ist diese Spaltung bis zu einem gewissen Grade gediehen, dann erfolgt nicht selten die letzte Metamorphose. Der an der Basis dieser Knospe zurückgebliebene Raum *a* Fig. 10 spaltet sich abermals, meist in zwei congruente Theile (Fig. 11); jede der darauffolgenden Schichten gleichfalls in untergeordnete, selten parallel liegende Abtheilungen. Die letzte Schichte *b* entwickelt sich nicht selten zu einer Terminalknospe (*b* Fig. 11), in welcher sich derselbe Process wiederholt.

Die kleinsten Abtheilungen solcher Knospen sehen nun aus wie die Schuppen von Epidermis. Sie sind mehr minder polygonal gestaltete Plättchen, mit allen jenen Biegungen und den leichten Facetten, welche wir auch an Epidermiszellen finden. Sie haben jedoch keinen Kern. Nur zuweilen erblickt man in einer der Abtheilungen (*a* Fig. 11) durch abermaliges Spalten ein kernartiges Gebilde.

Mit der Form hat die Knospe natürlich ihre Grösse auch bedeutend verändert, und solche Knospen streifen nicht selten in das Makroskopische hinüber.

Ich glaube, dass es Fälle gibt, in denen eine derartige Spaltung nach allen Seiten der ursprünglichen Knospen entsteht, so dass makroskopisch-kugelartige aus Blattlagen schalig zusammengesetzte Körner gefunden werden können, in derem Innern zellenartige Gebilde von der Form *a* Fig. 11 als Kern der ganzen Masse vorkommen. Ich habe jedoch diese Art von Bildung nicht weiter verfolgt; doch glaube ich, sind sie in den Epitheliomen eben nicht selten. Die konischen tannenzapfenartigen Formen, die ich im Vorhergegangenen ausführlicher geschildert habe, finden sich im physiologischen Zustande an den Spitzen der Federn bei ganz jungen, eben ausgekrochenen Vögeln.

So weit die Bildungs- und Entwicklungsgeschichte der Knospen (Zellen) mit wandständigem, nacktem Kerne.

Aus ganz ähnlichen Knospen wie Fig. 1 bildet sich aber auch durch doppelte Spaltung die 12. Figur, und zwar auch hier wieder ohne Übergangsglieder, d. h. ohne dass der Bildungshergang überhaupt beobachtet werden könnte. Es entstehen so zwei einander ganz gleiche meist regelmässig kugelige Abtheilungen *a* und *b* (Fig. 12), deren jede demnach halb so gross ist wie die ganze Knospe Fig. 12. Ohne dass eine weitere Änderung vor sich geht in der Form der einzelnen Abtheilungen, wird die zwischen denselben liegende Portion der Mutterknospe trübe (Fig. 13.) Hierauf erfolgt die Vergrösserung einer der Abtheilungen *a* oder *b*, und eine Knospe mit zellenartigem Aussehen ist nun fertig. Die nicht vergrösserte Abtheilung *a* Fig. 14 bildet nun den sogenannten Kern, die vergrösserte Abtheilung *b* den Zellenraum; der Kern ist zwischen den Contouren der ursprünglichen Knospe und jenem der kugeligen Abtheilung *b* eingetragen; er scheint demnach in einer Duplicatur der Zellenwand zu sitzen, welche ihn nur an einem Punkte berührt und in dieser Profilansicht eine halbmondartige Form zeigt.

Wenn die 14. Figur eine andere Lage annimmt, so dass der Kern gerade nach oben dem Beobachter zugewendet erscheint, dann hält man ihn für central liegend, weil er gerade die Mitte der Scheibe einnimmt, welche der Contour der Knospe bildet. Er ist aber nichts desto weniger in allen Fällen excentrisch oder wandständig.

Das numerische Durchmesserverhältniss gestaltet sich auch hier wieder höchst einfach. Gewöhnlich wird die Abtheilung *b* doppelt so gross als die Abtheilung *a* in jedem ihrer Durchmesser. Der Durchmesser des Kernes steht daher zu jenem der ganzen Knospe nahezu wie 1:3 — ein Verhältniss, welches ich in meiner oben erwähnten Arbeit über die Zellenentwicklung zwar nicht als das einzige, aber so häufig gefunden habe, dass ich es als Ausgangspunkt aller weiteren Berechnungen machte.

In dem Kerne kann später ein Kernkörperchen auftreten; dann ist die Analogie mit den gewöhnlichen Zellen vollkommen festgestellt.

Auch Formen von der Figur 13 gelten gewöhnlich schon für vollständige Zellen, bei denen der nicht selten etwas trübe Kern (Fig. 13 *A*) in einer Duplicatur der Zellenwand sitzt. Bei diesen zellenartigen Gebilden sind dann die Durchmesserverhältnisse von Kern und Zelle wie 1:2.

Aus der Knospe Fig. 1 entstehen aber nicht selten 3 Abtheilungen *a, b, c* von vollkommen gleicher Grösse und Form (Fig. 15). Dadurch, dass die zwischen den einzelnen Abtheilungen befindliche Masse der Knospe sich trübt, entsteht die 16. Figur. Indem nun eine von diesen Abtheilungen, z. B. *c*, sich aufs Doppelte vergrössert, entsteht die 17. Figur, und es bildet sich eine zellenartige Knospe mit zwei dicht an einander liegenden und scheinbar von einer Duplicatur der Zellenwand eingeschlossenen gleich grossen Kernen. Der weitere Entwicklungshergang ist dann wie bei den einkernigen Zellen.

Zwischen den Zellen mit nackten und jenen mit eingeschlossenen Kernen gibt es weiter keine Übergänge. Der nackte Kern wird nicht zum eingeschlossenen, und umgekehrt. Doch können sehr wohl in demselben Gewebe nacktkernige Zellen neben andern sich vorfinden, da in beiden in der That der Bildungsgang, kleinere Umstände abgerechnet, ein gleicher ist.

War die Knospe Fig. 1 entweder gleich ursprünglich oder durch einen späteren Theilungsprocess in 4 Abtheilungen zerfallen (Fig. 18) und vergrösserte sich eine dieser Abtheilungen, während die andern stationär blieben, dann entsteht die 19. Figur. In dieser finden sich 3 Kerne in einer Gruppe neben einander und zwar nach einer ganz bestimmten Art gruppirt, eingeschlossen von einer Falte der Zellenwand. Gewöhnlich besitzt keiner dieser drei Kerne einen Kernkörper.

Sind die drei- oder auch mehrfachen Kerne einer Zelle anders gruppirt, so ist der Bildungsgang ein anderer, wie noch später auseinander gesetzt werden soll.

Durch weitere Vergrösserung ändert sich das ursprünglich einfache Durchmesserverhältniss des Kernes mit der Zelle, und bei grossen, meist nur wenig regelmässig geformten Zellen sind diese numerischen Verhältnisse die verschiedensten, wie sie zum Theile der blosse Zufall hervorzubringen vermochte.

Auch bei den oben bemerkten Knospen der zweiten Kategorie, nämlich denen mit eingeschachteltem Kerne, ist eine fortgesetzte Theilung möglich, nur erfolgt sie in anderer Art als bei denen der ersten Kategorie. Bei diesen betheiligten sich nämlich eben sowohl der Kern als auch die sogenannte Zelle in ganz gleicher oder nahezu ähnlicher Art; bei den Knospen mit eingeschaltetem Kerne jedoch ist entweder der Kern bei den nachfolgenden Productionen ganz unbetheiligt, oder er unterliegt zwar einer Theilung, producirt aber wenig und nur die Zelle ist der eigentlich productionsfähige Theil.

In den zellenartigen Knospen (Fig. 14 oder 19) mit eingeschachteltem Kerne wiederholt sich derselbe Vorgang, durch welchen die Knospe 12 aus der Knospe 1 entstanden ist, und es entsteht die 20. Figur — eine Zelle, mit einem wandständigen, eingeschachtelten Kerne, in deren Höhle zwei gleich grosse Zellen oder kernartige Gebilde sich finden, die den gegebenen Raum bald mehr bald minder vollständig erfüllen, im ersteren Falle an der Berührungsstelle sich abplatten, im andern Falle dagegen ihre rundliche Form unverändert beibehalten haben. Durch einen weiteren Theilungsprocess, analog dem Bisherigen, entstehen in jeder der Knospen *a* und *b* der 20. Figur die zellenartigen Formen *a* und *b* der 21. Figur, d. h. es haben sich nicht um vorhandene Kerne die Zellen gebildet, sondern die Kerne sind in der Zelle oder Knospe auf dem Wege der Theilung oder Knospenbildung entstanden.

Diese Kerne der eingeschlossenen Zellen scheinen meist in der Mitte der Mutterzelle zu liegen, sind aber wahrscheinlich nach Analogie mit dem Bisherigen wandständig; nur hindert in der Regel die Lage der Zelle dieses zu erkennen. Aber statt 2 Zellen sieht man nicht selten auch 4, 5 und noch mehr Zellen oder kernartige Körper im Innern einer grösseren Mutterzelle entstehen. Ich sage absichtlich kernartig, denn da nach dem bisher Gesagten die ersten

Abtheilungen, in welche das Innere einer Mutterzelle zerfällt, einfache kugelähnliche Massen sind, in denen man keine weiteren Unterabtheilungen entdecken kann, so werden sie gewöhnlich für Kerne gehalten; sind letztere dann später wirklich entstanden, so spricht man, indem man den Kern für das erstentstandene hält, sich gewöhnlich dahin aus, dass die Zelle sich um den Kern gebildet habe, statt zu sagen, dass der Kern in der Knospe entstanden und dadurch die Knospe zur Zelle geworden sei.

Sind 4 oder 5 kernartige Körper im Innern der Mutterzelle zugegen, so haben sie meist eine sehr regelmässige Lagerung (Fig. 22 und 23). Sind mehr denn 5 Inhaltsabtheilungen vorhanden, so ist eine regelmässige Einlagerung zwar wegen der Menge der Gegenstände nicht mehr zu erkennen, aber mit vollem Grunde zu vermuthen.

Nicht immer sind die Inhaltsabtheilungen gleich gross, doch bemerkt man selbst bei ungleicher Grösse nicht selten eine bedeutende Regelmässigkeit. So ist in der 24. Figur eine solche Zellenform abgebildet, in derem Innern 4 Unterabtheilungen, 2 grössere, 2 kleinere, je zwei einander an Grösse völlig gleich ausgebildet sind. Bei mehr als vier Unterabtheilungen geht auch hier die Regelmässigkeit scheinbar verloren.

In manchen Fällen unterliegt der ganze Zelleninhalt (der 17. oder 19. Figur) einer einfachen Theilung und es entsteht daraus die Figur 25, in der der Inhalt der Mutterzelle eine einzige Tochterzelle mit scheinbar centralem Kerne ist. Man hat in solchen Fällen so selten Gelegenheit, die ganze Zelle in einer andern als der gezeichneten Projection zu sehen; daher erscheint der Kern central; ich halte ihn aber für wandständig und stütze mich hierbei auf die Analogie mit den nun aufgeführten Fällen.

Meine ganze Darstellung des Entwicklungsganges der Zellen und Kerne ist daher, was die zeitliche Auffassung betrifft, der gewöhnlich herrschenden Ansicht entgegengesetzt. Nach diesen ist der Kern das erstentstandene, die Zelle bildet sich um den Kern; Zelle und Kern werden gewissermassen als zwei verschiedene Dinge betrachtet, so dass der Kern gleich ursprünglich als Kern, die Zelle als Zelle aufträte, und beide nicht in einander übergehen. Nach meiner Ansicht ist das was man Kern nennt, nicht das Erstgebildete, aber auch die Zelle im gewöhnlichen Sinne des Wortes

ist es nicht, sondern ein dem Anscheine nach homogenes, kugeliges Gebilde, in welchem Zellenmembran, Zelleninhalt und Kern erst allmählich sich abtrennen. Das Knospeninnere zeigt anfänglich sich nirgends ungleichartig, so dass es vielleicht nur ein Zufall ist, dass sich die eine Abtheilung der Knospe zum Kerne, die andere zur Zellenhöhle entwickelt, und nicht umgekehrt; der deutliche Unterschied stellt sich erst später heraus. Aber der Unterschied muss überhaupt nicht ein starrer sein, und dem entsprechend finden wir in der That sogenannte Kerne, die von dem eigentlichen Zelleninhalte sich sehr wenig abgrenzen, leicht mit diesem sich mengen können, so dass es in manchen Fällen sogar schwierig wird, den Kern zur Anschauung zu bringen. — Das was man Zelle nennt, ist somit schon eine weitere Entwicklungsform der Knospe; der Zellenbildung geht die Knospenbildung voraus. Aus der Abwesenheit eines Kernes darf nicht geschlossen werden, dass er bereits verschwunden ist; viel häufiger ist wohl der Fall, dass er noch gar nicht vorhanden war, sondern erst später sich bilden dürfte. Bei der Bildung neuer Knospen oder Keime ist es nicht blos oder vorzüglich der Kern, der durch seine Spaltung zur Bildung beiträgt, sondern es können sich Kern und Inhalt der Zelle in gleicher Weise dabei betheiligen, ja die Bildung geht eben so häufig vom Zelleninhalte als vom Kerne aus. Die Knospe, der Kern treten uns überall gleich als Ganzes entgegen, nirgends stossen wir auf eine successive Zusammensetzung der einzelnen Baustücke; die Zelle ist kein Absonderungsproduct des Kernes. Was bei abgeschnittenen Theilen die Knospe, ist bei ausgebildeten Zellen ihr Inhalt; wie sich jene allmählich (durch Differenzirung pflegt man zu sagen) zur Zelle gestaltet, so wird auch der Zelleninhalt zur Zelle, und zwar wieder ganz nach dem Typus der Zellenentwicklung aus Knospen. Was daher Kern genannt wird, lässt sich erst im Verlaufe, wenn diese Differenzirung weit genug vorgerückt ist, erkennen; Kern und Inhalt der Zelle sind anfänglich nur zwei gleiche Abtheilungen der Knospe.

Mit dem bisher Erörterten sind die Zellen (oder die in Zellen umgewandelten Knospen) bis zu dem Punkte gekommen, dass die Brut, die jungen Zellen, oder die jungen Kerne oder Knospen, wie man sie, je nachdem sie mehr minder ausgebildet sind, nennen mag, ein selbstständiges Leben fortführen können. Es beginnt daher auch sehr häufig ihre Lostrennung von der Mutterzelle oder Mutterknospe, und zwar in verschiedener Art.

Das Einfachste ist die Lostrennung der einen oder der anderen jungen Knospe, wie sie die 2. oder 12. Figur zeigt, bevor noch eine vollständige Zellenentwicklung eingetreten ist. In diesem Falle bleibt zuweilen die andere Zwillingsknospe in der Form der 26. und 27. Figur zurück, je nachdem sich die junge Knospe von der Knospe 2 oder 12 abgelöst hat. In vielen Fällen scheint sich jedoch die zurückbleibende Knospe bei der grossen Plasticität ihrer Substanz rasch wieder in ein rundes knospen- oder zellenartiges Gebilde umwandeln zu können, an welcher kein Eindruck, keine Narbe die Stelle verräth, wo die andere Knospe sich abgelöst hätte. Ob sich die beiden Knospen *a* und *b* Fig. 12, wenn sie nicht ganz dicht an einander stossen, lösen können, so dass das Mittelstück der alten Knospe in der Form, wie sie die 28. Figur darstellt, als ein selbstständiger Körper zurückbleibt, ist schwer zu sagen, doch möchte ich dieses nicht bezweifeln, besonders wenn ich die Form einiger Blutkörper untersuche.

Die abgetrennte Knospe kann natürlich alle jene Veränderungen durchmachen, welche so eben ausführlicher von den Knospen erörtert worden sind; sie kann abermals in neue Knospen sich theilen, welche sich wieder ablösen, oder sich zur Zelle umgestalten. Diese Art von Vermehrung der Knospen möchte ich die äussere oder die exogene Vermehrung, oder, wenn man lieber will, die Vermehrung durch Ableger nennen. Sie ist die einfachste Art der Fortpflanzung; es geht hierbei keinerlei Materiale verloren. Diese Art von Theilung kommt gewiss am häufigsten in den zellenartigen Körpern vor, welche in den thierischen Flüssigkeiten enthalten sind.

In den Fällen, in welchen sich die Zellennachkommenschaft in einer Mutterzelle entwickelt hat, ist natürlich die Lostrennung der einzelnen Sprösslinge ohne Zerreissung der Mutterzelle nicht denkbar. Es scheint mir unwahrscheinlich, dass nach einer solchen Zerreissung die Öffnung in der Mutterzelle, aus welcher die Tochterzellen herausgetreten, sich wieder schliessen, die Mutterzelle mithin in ihrer frühern Art und Weise noch fortbestehen könne, wenn ich gleich ein solches Vernarben der Mutterzelle nicht ganz in Abrede stellen möchte. Dagegen lässt sich unstreitig der andere Fall oft beobachten, dass die Mutterzelle nach dem Austritte der Tochterzellen im verstümmelten Zustande zurückbleibt (vielleicht um später vollständig resorbirt zu werden, vielleicht auch um noch längere Zeit ein selbstständiges Leben fortzuführen).

Die Art, wie diese Berstung der Mutterzelle von Statten geht, ist nicht uninteressant. In einigen Fällen bemerkt man (Fig. 29) in der Zellenwand eine grosse unregelmässig geformte Öffnung, aus der die Tochterzellen herausgetreten sind.

In anderen Fällen zeigt die Mutterzelle nicht blos ein einfaches Loch, sondern sie trennt sich in zwei mehr minder unregelmässige Hälften (Fig. 30), die blos an der Stelle, wo der Kern sitzt, mit einander zusammenhängen. Dieses Fragment der Mutterzelle zeichnet sich dann nicht selten durch einen hohen Grad von Elasticität aus, so zwar, dass die beiden Hälften, aus denen das Fragment besteht, nach dem Austritte der Tochterzellen mit einem Rucke auseinanderschnellen, sich strecken (Fig. 31), wobei die äussere Wand der ehemaligen Mutterzelle sich sogar in kleine Fältchen legen muss. Auf diese Art entstehen aus den rundlichen Mutterzellen geschwänzte und spindelartige Zellen oder kleine Faserzellen. Man kann diese Art von Berstung und darauffolgende Faserzellenbildung ungemein leicht und oft im Milzblute, im Lebervenenblute, dann aber auch in anderen thierischen Säften beobachten. Herr Professor Treitz in Prag hat mich vor Jahren auf diese Art der Bildung der Faserzellen der Milz aufmerksam gemacht, da er dieselbe aber meines Wissens nirgends veröffentlicht hat, so erlaube ich mir sie hier anzuführen, ohne von ihm, dem die Ehre der Entdeckung gebührt, speciell die Ermächtigung dazu eingeholt zu haben. Seitdem habe ich nicht nur diese Thatsache vielfach bestätigen können, sondern auch Gelegenheit gehabt, sie bei Tuberkel- und Krebszellen nachzuweisen.

Die ebenerwähnte Berstung erfolgt übrigens nicht immer so, dass die Mutterzelle regelmässig der Kernanheftung gegenüber sich öffnet, sondern öfter bald näher, bald ferner vom Kerne. So entstehen Formen, wie sie in der 32. Figur abgebildet sind — Formen, die in der Histologie unter dem Namen der geschwänzten Zellen bekannt sind. Der Schwanz der Zelle bleibt dabei entweder eingerollt oder er schnellt gleichfalls auf und stellt dann entweder eine gerade Linie dar, oder er krümmt sich sogar leicht nach der entgegengesetzten Seite, wobei die früher convexe, nun concav gewordene Seite in Folge von Faltungen kleine Einkerbungen darbietet.

Welchen Zweck die Bildung von derartigen Faserzellen in der Milz haben kann, ob ihnen noch eine weitere Function zugedacht ist, ob sie blos aufgehäufte Trümmer sind, bestimmt durch eine allmäh-

liche Resorption entfernt zu werden, ist mir unbekannt. Sicher ist dass diese Zellentrümmer über das System der Pfortader nicht hinausgeführt werden, höchstens hie und da spärlich noch im rechten Herzen vorkommen, in der Pfortader überhaupt schon seltener sind, im Blute der Milzvene gegen die Milz hin sich häufen, in diesem Organe aber in überaus grosser Menge an allen Stellen angetroffen werden, namentlich an das Balkengerüste desselben sich anlehnen.

Oft bleiben an diesen Trümmern der Mutterzellen noch verschiedene Inhaltsportionen sitzen, wodurch die Zellentrümmer ein eigenthümliches Aussehen erhalten. So bleibt oft an der Mutterzelle nach deren Berstung die Knospe *m* (Fig. 23) noch hängen und es bildet sich daraus die 33. Figur. Oft bleibt die Inhaltsportion *o* mit der Knospe *n* (Fig. 23) an den Trümmern der Mutterzelle hängen und man sieht dann die Figur 34 — Faserzellen mit doppeltem Kerne, einem ungestielten von der Faser umschlossenen, einem gestielten, der Faser seitlich aufsitzenden Kerne, die bald von gleicher, bald von ungleicher Grösse sind. Die Faserzelle kann dabei gestreckt oder gebogen sein, wie dies in der 34. Figur dargestellt ist.

Diese Zellentrümmer haben eine sehr verschiedene Breite; sie erscheinen oft so breit, wie sie in den Figuren 30, 31, 32, 34 bei 500maliger Vergrösserung dargestellt sind, oft dagegen sind diese Zellenreste fast linienförmig (Fig. 35) und nur die Gegend des Kernes hat noch eine gewisse Breite, dann erinnern die Fadenzellen mit ungleich langen Fäden (*A* Fig. 35) sehr an die Spermatozoiden.

Es sind dies die gewöhnlichsten Formen, welche die Mutterzellen durch ihre Berstung liefern; es gibt noch eine grosse Menge anderer Gestalten, die übrigens weit weniger regelmässig sind. Sie alle zu beschreiben und abzubilden, gewährt kein besonderes Interesse.

Die beiden genannten Arten von Knospen- oder Zellenvermehrung kommen vor in flüssigen oder weichbreiigen organischen Substanzen; in festeren Theilen, wie an den Haaren, Federn, bleibt entweder die Knospe, wenn sie eine äusserlich aufsitzende ist, eben an dem Mutterstocke hängen; waren dagegen die Knospen in zellenartigen Körpern entstanden, so kann die Mutterzelle nicht bersten; die Brut vermehrt sich innerhalb derselben fort und fort, wobei allerdings die Wände der Mutterzelle auch Veränderungen erfahren, von denen später noch die Rede sein soll.

Bisher sind die Fälle erwähnt, dass zellenartige Knospen sich durch Theilung vermehrten, und die Brutknospen als selbstständige Gebilde mehr oder weniger vollständig sich von einander trennten. Nun kommen aber auch Fälle vor, dass diese Theilungen im Inhalte einer Zelle zwar vielfältig, jedoch selten ganz vollständig erfolgt, es tritt entweder nur eine ganz unvollständige Spaltung ein, oder die bereits von einander getrennten Theile, die gewöhnlich nicht die regelmässig runde Form von Knospen beibehalten, sondern sich eng an einander legen, scheinen sogar zum Theile wieder mit einander verschmelzen zu können, so dass es bei dem blossen Versuche einer Zellen- oder Knospenbildung bleibt. Es kommen dadurch Formen zu Stande, wie ich sie in der 36. und 37. Figur dargestellt habe. Andere hieher gehörige Formen werden noch später bei den Knorpel- und Knochenzellen, wohin sie gehören, beschrieben werden.

War bisher von der Theilung und dem Freiwerden der Knospen (oder wenn man lieber will, der Kerne oder Zellen) die Rede, so bietet uns die Natur häufig auch Beispiele von Verwachsung der ursprünglich getrennten Keime. Gerade jetzt hatte ich von einer solchen Verwachsung gesprochen; durch Verwachsung lässt man ja schon seit langem, namentlich schon seit Schleiden und Schwann ihre wichtigen und trefflichen Untersuchungen veröffentlichen, Fasern, Röhren Membranen und so fort entstehen. Ich werde in der Folge zu zeigen bemüht sein, dass man mit diesen Verschmelzungen der Zellen behutsam sein müsse, da nicht selten ein ganz anderer Bildungsvorgang besteht. Dagegen kommen Verschmelzungen in der That in manchem Gewebe sehr häufig vor und führen dort zu interessanten Resultaten, vorzüglich zeichnet sich hierin das Knorpelgewebe aus, daher ich die Verschmelzung von Knorpelzellen an einem Beispiele zeigen werde, sie gleichsam als den Typus dieses Processes hinstellend.

Zwei neben einander liegende, meist in einer Mutterzelle eingeschobene Knospen oder Zellen von ellipsoider regelmässiger Gestalt (Fig. 38) zeigen an der Stelle, wo sie sich berühren, eine Abplattung (Fig. 39), die alle Mittelformen durchläuft, bis endlich die einander unmittelbar berührenden Wände vollständig eben geworden sind (Fig. 40). Mit der Abplattung der Zelle ist aber auch die Abplattung des sogenannten Kernes eingetreten. Schon bevor noch die feine Linie, welche die ursprüngliche Trennungsstelle andeutete, aus der Mitte des neuentstandenen Körpers gänzlich verschwunden ist, beginnen

die Kerne mit zarten linienartigen Ausläufern gegen einander zu neigen (Fig. 41), und ist endlich die Trennung der beiden ursprünglichen Zellen ganz verschwunden, so sind auch die nunmehr leicht gekrümmten Kerne mit ihren linienartigen Ausläufern an einander gestossen und durch diese mit einander verbunden (Fig. 42). Nach und nach schmelzen die Kerne vollständig zu einer (in der Horizontal-Projection ringförmigen, in der That aber) kugelartigen Schale zusammen, welche eine andere Kugel concentrisch umschliesst, selbst aber wieder von einer kugelartigen Schale umgeben wird (Fig. 43 und 44). So entstehen drei in einander geschachtelte zellenartige Gebilde, die ich in einer früheren Abhandlung (die Entwickelung blasiger und röhrenartiger Gebilde im thierischen Organismus) mit den Namen Markraum, Kernraum und Zellenraum bezeichnet hatte. Jede von diesen Abtheilungen ist noch einer weiteren Entwickelung fähig. So bildet sich nicht selten in dem Markraume von neuem eine Abtheilung durch Spaltung (Fig. 45) und man hat nun das Bild und die Genesis der sogenannten eingeschachtelten Zellen; oder es entstehen im Markraume zwei oder mehr zellenartige Gebilde (Fig. 46 und 47), während die andern Räume in eine grössere oder geringere Anzahl von concentrischen Schichten zerfallen; nun nimmt der Körper Form und Eigenschaften eines dickhäutigen Bläschens an, in dessen Innern eine fortwährende Bildung neuer zellenartiger Formen vor sich geht, bis endlich das ganze Bläschen makroskopisch geworden ist.

Hatten sich anfangs die Wände dieser combinirten Zellen in concentrische Schichten gespalten, so tritt in diesen letzteren später nicht selten eine Quertheilung auf, und dadurch zerfallen sie in eine Reihe zellenartiger Gebilde, wie noch später erörtert werden soll, oder aber sie bleiben zwar gespalten aber structurlos. Diese Verschmelzung der Zellen ist auch schon anders gedeutet worden und wird sogar gewöhnlich anders gedeutet, nämlich als das gerade Gegentheil, als eine Theilung der Zellen. Man wird aber leicht von der Richtigkeit meiner Ansicht überzeugt, wenn man einerseits auf die Grössenverhältnisse, dann aber auch auf die Lagerung aller dieser verschiedenartigen Formen Rücksicht nimmt. Letztere sind namentlich in Knorpeln der Art, dass die notorisch älteren Formen den Figuren 43 bis 47 in der Hauptsache gleichen, während die jüngeren Formen der Reihe nach alle Stadien der Ausbildung von der Figur 42 an bis zur 38. Figur zeigen.

Oft geschieht die Verschmelzung zweier zellenartiger Körper auch bei einer andern Stellung dieser Letzteren. So sieht man in der Figur 48 zwei Zellen, deren Kerne einander zugewandt sind. Durch die Verschmelzung dieser Zellen entsteht die 49. Figur und diese zwei Figuren sind besonders geeignet, die entgegengesetzte Meinung zuzulassen, dass nämlich die Figur 48 aus der 49. durch Kerntheilung hervorgegangen ist. Hier geben besonders die Grössenverhältnisse Aufschluss, denn in der Mehrzahl der Fälle ist die Figur 49 grösser als die Figur 48. Zunächst sind aber auch die Lagerungsverhältnisse von Wichtigkeit, indem dadurch die 49. Figur meist als eine ältere, mithin mehr entwickelte Form vor der 48. Figur hervortritt.

Auch kann eine solche Verschmelzung der Zellen bei jeder anderen Stellung derselben gegen einander erfolgen. Die Kerne können in mehr minder weiten Entfernungen von einander liegen, wodurch der Markraum, die sogenannte Kernzone und die äussere Zone gleich ursprünglich andere Grössenverhältnisse bieten müssen. Auch kann die Lage der Combinationszellen eine vollkommen symmetrische oder eine mehr minder asymmetrische sein; es können selbst Zellen von verschiedener Grösse und Form sich combiniren, wodurch natürlich die Figuren 43 bis 47 an Regelmässigkeit mehr weniger einbüssen.

Dass auch mehr als zwei zellenartige Formen sich combiniren können, beobachtete ich gleichfalls, wenn auch nur in seltenern Fällen; es entstehen dadurch Formen, wie sie in der 50. Figur abgebildet sind. Interessant wäre es, diese Formen bis zu den makroskopischen Bläschen zu verfolgen; vielleicht würde es sich doch herausstellen, dass multiloculäre Blasen in diesem Verschmelzungsprocesse primitiver, zellenartiger Knospen ihren Ursprung haben.

Was die numerischen Verhältnisse anbelangt, so herrscht auch sowohl bei den eben erwähnten eingeschachtelten Zellen als auch bei der Tochterbrut der Mutterzellen oft eine sehr grosse Gesetzmässigkeit. Haben sich z. B. wie in der 24. Figur in einer kugeligen Mutterzelle vier Tochterzellen regelmässig, und zwar zwei grössere und zwei kleinere entwickelt, so ist der Durchmesser jeder grösseren Tochterzelle in der Regel die Hälfte, der Durchmesser der kleineren Tochterzelle der dritte Theil vom Durchmesser der ganzen Mutterzelle. Die Sache ist geometrisch genau, denn wenn zwei sich berührende Kugeln von einer Kugelfläche umhüllt werden, so haben in den Furchen zwischen den beiden Kugeln nur Kugeln Platz, deren Durchmesser

genau den dritten Theil, aber nicht mehr des Durchmessers der Umhüllungskugel beträgt. Ich werde auf diesen interessanten Umstand später noch zurückkommen.

In den Combinationsknospen (Fig. 43, 44, 45, 49) bestehen gleichfalls höchst einfache Verhältnisse, auf die ich bereits in meiner oben citirten Abhandlung hingewiesen habe. Der Durchmesser des Markraumes ist nämlich entweder die Hälfte oder der dritte Theil vom Durchmesser der ganzen combinirten Knospe, was natürlich aufs Genaueste mit den numerischen Verhältnissen übereinstimmt, welche bereits oben von den einfachen zellenartigen Knospen angegeben worden sind. Finden sich Ausnahmen von dieser Regel — und sie sind nicht so selten — so rührt dies unstreitig davon her, dass die elementaren Knospen nicht in vollkommen symmetrischer Lage sich combinirt haben.

Es ist nun nicht leicht zu sagen, ob allenthalben dort, wo man kugelige, aus mehrfachen concentrischen Schalen bestehende Körper, wie z. B. die colloiden Körper bei krankhaften Degenerationen wahrnimmt, eine solche Zellenverschmelzung vorausgegangen; so viel ist gewiss, dass diese Zellencombinationen und die daraus hervorgehenden Einschachtelungen zwar häufig beobachtet werden, aber doch nicht immer dort angenommen werden müssen, wo eine concentrische Schichten- oder Schalenbildung angetroffen wird. Später, wo von Knospung überhaupt die Rede sein soll, wird sich's zeigen, dass die Natur einen noch viel einfacheren Weg einzuschlagen weiss, um solche Schichtenbildungen hervorzurufen.

Dass auch Zellen oder Knospen, die der Reihe nach hinter einander liegen zu faserigen und röhrenartigen Gebilden, dass Zellen die neben einander liegen zu hautartigen Schichten verschmelzen können, wird allenthalben als ausgemacht angenommen und ich habe keinen Grund dieser Annahme zu widersprechen; aber dieses Verschmelzen der Zellen ist dann ein anderes als das eben erwähnte, denn die Zellen verbinden sich dabei nur zum Theile, indem namentlich die Kerne unverbunden bleiben, und indem ferner die Zellen, welche ihre Selbstständigkeit aufgegeben haben, in der Mehrzahl der Fälle auch aufhören fruchtbar zu sein, während bei den oben beschriebenen Zellencombinationen so zu sagen eigentlich erst recht die Fruchtbarkeit beginnt. Übrigens möge man nicht ohne genaueste Prüfung von Fasern und Röhren, die reihenweise hinter einander

liegende Kerne tragen, behaupten, sie seien aus verschmolzenen Zellen entstanden, denn der eigentliche Bildungsgang der Fasern ist ein anderer, und zwar wie folgt:

Am abgeschnittenen Haare, an der Feder geschieht die Faserbildung in einer Weise, die für die Faserentwickelungen überhaupt typisch genannt werden kann.

Hier werden nämlich die rundlichen Knospen, die aus den Enden einzelner Fasern hervorwachsen, indem sie sich mehr minder in die Länge strecken, entweder ellipsoidisch aber auch leicht kolbenförmig (Fig. 51), durch eine unvollständige Längenspaltung zerfallen sie in zwei weberschiffchenartig geformte Knospen (Fig. 52), von denen in der Regel die eine, welche keine neuen Knospen treibt, im Wachsthume von der anderen, welche wieder Knospen treibt, überholt wird (Fig. 53). Derselbe Process kann sich ein zweites, ein drittes Mal, überhaupt fort und fort wiederholen (Fig. 54) und es treten nun wieder zwei Fälle ein:

Von den in fortlaufender Reihe gebildeten Knospen verlängert sich immer nur die eine, nie zu gleicher Zeit die nebenliegende zweite und es entsteht demnach eine Faser (Fig. 54), an der bald an dieser, bald an jener Seite von Stelle zu Stelle Knoten seitlich aufsitzen, die entweder eine regelmässig längliche, oder eine keulenartige Form haben (Fig. 55). Gewöhnlich werden diese seitlich der Faser anliegenden Knoten für Kerne der Zellen angesehen, aus deren Verschmelzung man eben die Bildung der Faser sich erklärt.

Oder die jedesmalige Knospentheilung ist eine vollständige Längentheilung und eine unvollständige Quertheilung, und obgleich die eine Knospe auch hier wieder im Wachsthume von der andern überholt wird, so bleibt doch keine Knospe steril, sondern jede gibt wieder durch eine vollständige Längen- und eine unvollständige Quertheilung zu neuen Knospen Veranlassung. Indem sich daher durch eine Längenfurchung immer neue Knospen und dadurch neue Fasern neben einander ausbilden, somit die Zahl der Fasern zunimmt (Fig. 56 und 57), verlängern sich auch die Knospen und dadurch die Fasern zu gleicher Zeit, und so geschieht das Wachsthum eines Gewebes sowohl in die Länge wie in die Breite, aber nicht nach beiden Dimensionen im gleichen Massstabe; es entsteht nun eine Fasermasse, wo jede einzelne Faser aus hinter einander liegenden, meist sehr in die Länge gezogenen spindelförmigen Knoten besteht

aber auch mit der benachbarten Faser an irgend einer Stelle oft nur durch einen feinen Faden zusammenhängt (Fig. 58). Alle diese Knospen sind keine Zellen und enthalten auch im Beginne keine Kerne, sondern erhalten dieselben erst später und zwar in folgender Art:

Durch eine vollständige quere Theilung (Fig. 55 *a* und *b*) zerfällt gerade so wie dies von der Knospe Fig. 1 angegeben wurde, der Inhalt der Knospe in zwei Abtheilungen, von denen die eine, dem breiten Knospenende anliegende, gewöhnlich eine regelmässig runde Form besitzt. Diese beiden Abtheilungen unterscheiden sich nicht nur durch die Form, sondern auch durch die Farbe, indem die rundliche Abtheilung gewöhnlich farblos und durchsichtig, die andere dagegen leicht grau oder gelb gefärbt und minder durchsichtig ist. Die runde Abtheilung erscheint nun als Kern und die ganze Knospe hat sonach das Aussehen einer geschwänzten Zelle. So gewinnt es daher den Anschein, als sei die Faser durch Verschmelzung von Zellen entstanden, von denen nur die Kerne ihre Selbstständigkeit behalten haben und daher den Fasern seitlich aufsitzen. Durch das Erscheinen dieser Kerne und der zellenartigen Form scheint aber die Natur gleichsam andeuten zu wollen, dass die entsprechende Knospe aufhöre zur Bildung von Fasern weiter benützt zu werden: denn sie wächst zwar noch in die Länge, ja es findet sogar noch eine Vervielfältigung der Kerne Statt, aber die Knospe ist gewöhnlich keiner Längentheilung mehr unterworfen, aus ihr entstehen keine neuen Fasern.

War die Knospe dagegen eine spindelartige (Fig. 58), so spaltet sich ihr Inhalt nach dem Typus der 12. Figur gleich unmittelbar in 2 einander ganz ähnliche Abtheilungen *a* und *b* Fig. 58. Jede dieser Abtheilungen kann später wieder in Unterabtheilungen zerfallen, und so entstehen dem Anscheine nach mehrkernige Zellen (Fig. 58 *c*), welche dem ganzen Fasergewebe wieder das Aussehen geben, als seien die einzelnen Fasern durch Verschmelzung spindelförmiger Zellen entstanden, wobei die Zellenkerne ihre Selbstständigkeit nicht aufgegeben haben. Auch hier scheint die Natur gleichsam ihre Absicht ausgesprochen zu haben, die Knospe zur weitern Faserbildung nicht zu verwenden, indem in der That in Knospen mit mehreren Zellenkernen keine Längenspaltung, wohl aber noch eine Querspaltung des Inhalts vor sich geht.

Noch eine dritte Art von Knospenbildung ist hier zu erwähnen, wobei ebenfalls Fasern entstehen, die aber nur dann aufzutreten pflegt, wenn bereits die beiden andern Arten gleichsam verbraucht sind. Sie besteht in Folgendem:

Eine Knospe von cylindrischer Form (Fig. 59) treibt an ihrem kuppenartigen Ende eine neue anfänglich runde Knospe Fig. 60, die aber bald darauf cylindrisch auswächst und wieder eine neue Knospe erzeugt (Fig. 61), worauf derselbe Vorgang sich fort und fort wiederholt. So entstehen Fasern, die aus perlschnurartig hinter einander liegenden rundlichen Knospen von ziemlich gleicher Länge zusammengesetzt sind; nur die Endknospe ist gewöhnlich, bevor sie sich getheilt hat, etwas länger und cylindrisch gebaut mit kuppenförmig abgerundetem Ende. In diesen Knospen findet zuweilen nach dem Typus der Figur 1 oder 12 noch eine Theilung des Inhaltes Statt, wodurch die Knospe nun zellenähnlich wird (Fig. 62 bei *a*), was wieder leicht zu der Annahme führen könnte, es sei die Faser durch hinter einander liegende, mit einander verschmolzene Zellen entstanden. Bei den Fasern der letztgenannten Art liegen die Zellenkerne nun nicht an den Seiten der Faser, wie bei der 55. Figur, sondern sie unterbrechen wie jene der 58. Figur das Innere der Faser selbst. Auch durch den zuletzt dargestellten Knospungsprocess vergrössert sich die Faser blos der Länge nach; anastomosirende oder verbundene Fasern entstehen blos nach dem Typus der Figur 56 bis 58.

Merkwürdig bleibt die Unabhängigkeit, welche die einzelnen Knospen derselben Faser nicht selten in ihrem weitern Verhalten zeigen. Während die eine Knospe durch Theilung ihres Inhaltes kernartige Formen oft in nicht geringer Zahl entwickelt und dadurch zur Zelle wird, ändert sich die zweite Knospe nicht oder nur wenig, oder die Theilung des Knospeninhaltes erfolgt in einer ganz verschiedenen Art. Es herrscht hier nicht selten dieselbe Selbständigkeit, wie an den verschiedenen Schichten der Combinationszellen Fig. 46, von denen sich jede Schichte unabhängig von der andern oft zu den verschiedenartigsten Gewebselementen entwickeln kann. Gewöhnlich ist auch in der That der Markraum später mit andern Formelementen versehen, als der Kernraum, und dieser wieder mit andern Formelementen, als die äussere Wand der Combinationszelle, möge sie nun im Ganzen diesem oder jenem Gewebe angehören.

Dass in grösseren Knospen auch ein unmittelbares Zerfallen in concentrische Schichten, dann ein Zerfallen der Hauptschichten in kleinere, ein Zerfallen dieser in faserartige Fäden erfolgt, habe ich in meiner Abhandlung über das Wachsen abgeschnittener Haare nachgewiesen. Dadurch zerfällt eine Knospe während sie sich in die Länge vergrössert, in eine Menge von Röhren, welche wie die Auszugsröhren eines Fernrohres in einander stecken (Fig. 63.) Durch eine weiter fortgesetzte Theilung spaltet sich wieder jede dieser Auszugsröhren in eine grössere oder geringere Anzahl in gleicher Weise in einander geschachtelter Röhren und so entsteht an der Oberfläche eines Haares eine Reihe von zum Theile paralleler Querstreifchen (Fig. 63 *a, b*) von sehr geringem Abstande, Streifen, welche nichts anderes bedeuten, als die Enden dieser in einander geschachtelten Röhren; der Abstand dieser Streifen gibt gleichsam einen Massstab für die Dicke der Röhrenwand. Durch eine fortgesetzte Theilung in verschiedener Richtung zerfällt später der Zwischenraum zweier solcher Streifen in kleinere Unterabtheilungen, welche die Form von unregelmässigen Schüppchen annehmen, kernlos sind und gewöhnlich für Zellen angesehen werden, durch deren Zusammenwachsen eben das Haar gebildet sein sollte. Diesen Schüppchen fehlen in der Regel kernartige Gebilde, was man sich dadurch zu erklären wusste, dass man ein Zugrundegehen der Kerne in den verhornten Zellen annahm.

Es ist mir sehr wahrscheinlich, dass sich nach dem letztgenannten System die Hauptschichten an Blutgefässen entwickeln, doch habe ich hierüber keine weitern Untersuchungen gemacht, daher ich dieses eben nur als eine Hypothese betrachtet wissen will.

Wenn Knospen von der Beschaffenheit der 58. Figur in ihrem ursprünglichen Zustande bleiben, d. h. wenn sich in ihrem Innern keine Kerne entwickeln, so stellen sie, da sie in der Regel dicht an einander liegen, eine Art Haut dar, die mit lauter länglichen meist nach einer Richtung streichenden Kernen besetzt zu sein scheint. Sind diese Knospen überhaupt sehr zart und namentlich nicht dick, so verschwinden wohl auch die Contouren derselben bald hier, bald dort und das Präparat erscheint dann wie eine fast structurlose Membrane, in welcher nur eine leichte Streifung an ihren primitiven Zustand erinnert.

Verschmelzen Knospen oder Zellen, ohne dass die Kerne derselben ihre Selbstständigkeit aufgeben, so kann dies zwar vielleicht

in den verschiedensten Richtungen geschehen, nur hüte man sich auch hier wieder, eine Reihe, die man sich zusammengestellt, für die natürliche zu nehmen. Man lässt z. B. sternförmige Zellen mit ihren Ausläufern zusammentreffen, sich verbinden, und glaubt auf diese Art nicht nur die Bildung eines Fasernetzes, sondern sogar die Bildung eines Blutgefässnetzes erklärt zu haben. Es macht nun allerdings keine Mühe unter den hundert Figuren, welche man im Sehfelde zerstreut findet, alle die Glieder einer solchen Reihe zusammenzufügen: aber nichts bürgt für die Giltigkeit dieser Reihe ausser der Umstand, dass das künstlich zuammengestellte Netz mit dem natürlichen eine grosse Ähnlichkeit besitzt; und es lässt sich nicht in Abrede stellen, dass, wenn wir ein Netzwerk von Fasern zu construiren hätten, wir kaum in anderer Weise vorgegangen wären. Aber was unserem Geschmacke entspricht und unserer Fertigkeit zusagt, ist nicht immer der Weg, welcher der Natur bei ihrem Schöpfungswerke beliebt. Es hiesse viel dem Zufalle anheimgestellt, es könnten sich ja viele Fortsätze der sternförmigen Zellen gar nicht finden und die Fasernetze oder Gefässnetze könnten dann jenen regelmässigen Bau in vielen Organen und sogar in kranken Geschwülsten nicht zeigen, den sie uns wirklich überraschend oft darbieten. Netze von Fasern oder Röhren entstehen nicht durchs Verwachsen sternförmiger Zellen.

Bisher wurde nur die Art besprochen, wie durch Knospenbildung einfache Fasern entstanden sind. Die Entwicklung der Federn zeigt, wie auch Fasern mit seitlich aufstehenden Ästen sich ausbilden können. In den Figuren 64, 65, 66 habe ich die Entwicklung der Ästchen an einem Federschafte gegeben, auch hier hat man eine einfache Knospenbildung vor Augen, der die Zellenbildung auf dem Fusse folgt, aber nicht nothwendigerWeise folgen muss. Durch die Wiederholung desselben Vorganges an den einzelnen Ästchen kann ein dicht verzweigter Baum entstehen. Lägen zwei solcher Bäume neben einander, so wäre freilich nichts leichter, als die Möglichkeit einer Verwachsung der Äste beider Baumsysteme zu beweisen; man brauchte nur immer die kürzern und längern Äste paarweise neben einander zu stellen, um dann durch einen Punkt, den man zwischen die längsten Äste anbringt, die Anastomose zum Schlusse zu führen. Diese Astentwicklung an den Federn scheint übrigens mutatis mutandis das Schema aller Astbildungen an freien zottenartigen Auswüchsen zu sein.

Gibt es an Blutgefässen seitlich aufsitzende fadenförmig verlängerte Zellen — und sie kommen, wie bekanntlich, nicht selten vor — so ist dies noch lange kein Beweis für die Möglichkeit einer Astbildung oder eines neuen anastomosirenden Gefässes; hat es den Anschein, als ob zwei oder mehrere sogenannte sternförmige Zellen mit ihren Fortsätzen zusammengewachsen wären, so ist nach meiner Erfahrung der Bildungshergang folgender:

Eine Knospe (Fig. 67) theilt sich der Länge nach; die eine Theilungsknospe theilt sich abermal (Fig. 68) und die Äste treiben von neuem Knospen (Fig. 69), welcher Process der Knospenbildung und Spaltung sich noch einige Male wiederholt. Erst nach und nach bilden sich in den einzelnen Knospen Kerne und es erscheint nun ein System von anastomosirenden Zellen, dessen Entstehung allerdings nach der gangbaren Ansicht gedeutet werden könnte, wenn nicht ein Blick in die Entwicklungsgeschichte uns eines bessern belehrte.

Mit wunderbarer Wirthschaftlichkeit weiss nun die Natur alle die verschiedenen Räumlichkeiten zu benützen, welche durch diese Knospentheilungen, Spaltungen des Knospeninhaltes oder Zellenbildung verwendbar werden und versteht hierdurch Formen zu bilden, deren Mannigfaltigkeit und zum Theile scheinbare Unregelmässigkeit aus dem blossen Zusammenwachsen von Zellen nie oder nur sehr gezwungen erklärt werden könnte. Um nur einige Beispiele zu geben, so werden an einer Haarfaser von dem Bau der 62. Figur die zwischen den einzelnen Kernen *a* stehenden Abtheilungen oft frühzeitig hohl und mit Luft gefüllt, und das Haar zeigt dann (Fig. 71) die regelmässigste Abwechslung schwarzer und weisser Stellen, es erscheint in höchst zierlicher Weise gestreift (Mäusehaar). Oder wie ich dies in meiner schon erwähnten Abhandlung über das Wachsen der Haare gezeigt habe, können die Lufträume nach der Richtung von Spiralen um den Haarschaft herumgehen, es kann eine einfache Spirale, es können zwei Spiralen zugegen sein, die entweder parallel oder im entgegengesetzten Sinne laufen (was sehr an die Spiralgefässe der Pflanzen erinnert) u. s. f. Aber auch die kleinen Zwischenräume, die z. B. in den Figuren 21, 22, 23 zwischen den einzelnen kernartigen Knospen zurückbleiben, werden aufs Sorgfältigste benützt und die Formen, die dort entstehen, tragen den Stempel ihres Geburtsortes an sich.

Dies führt mich nun am natürlichsten zur Untersuchung der Formen, welche ja an Zellen eine Mannigfaltigkeit besitzen, wie an keinem andern Gewerbselemente.

Runde und länglich runde Knospen (oder Zellen) sind das gewöhnliche Ergebniss der ersten Bildung, und alle übrigen Formen lassen sich auf diese beiden oder besser auf die erstgenannte Grundform zurückführen. Geschwänzter und spindelartiger Formen und ihrer verschiedenen Genesis ist bereits bei der Darstellung der Figuren 27, 31, 55 und 58 erwähnt worden, und man kann daraus ersehen, welcher Behutsamkeit es bedarf, um nicht durch einen Trugschluss aus einer ähnlichen Form auf einen ähnlichen Bildungshergang zu rathen. Ausser diesen Formen gibt es aber noch eine grosse Zahl anderer, ja einige der erwähnten Formen entstehen selbst wieder auf einem von dem oben beschriebenen durchaus verschiedenen Wege.

Viele von denjenigen Knospen oder Zellen, die die Natur erzeugt, ohne daraus etwas anderes weiter zu bilden, entwickeln sich in Mutterknospen (Fig. 20—25). Die erste Formveränderung, die sie erleiden, geht schon hier oft vor sich, man findet unter den daselbst befindlichen Knospen mannigfach, oft ziemlich regelmässige polyëdrische oder polygonale Formen, wie sie eben aus Abplattung durch ihr enges Nebeneinanderliegen entstanden waren. In manchen Fällen richtet sich die Form der Mutterknospe nach der Form, Lage und nach der Theilungsrichtung der eingeschlossenen Knospen. So wird eine runde Mutterknospe bei der in der 72. Figur gezeichneten Lagerung der Brutknospen zu einer im Querschnitte quadratischen, später rauten- oder parallelogrammartigen Knospe, sobald die Theilung der Brutknospen bei allen nach der längern Axe erfolgt und es entstehen die Figuren 73 und 74, dergleichen so häufig in ossificirenden Knorpeln aufgefunden werden. Öfters entstehen durch unregelmässige und ungleich häufige Theilung einzelner Brutknospen Anhäufungen derselben an einer Seite der Mutterknospen und dadurch bedeutende Formveränderungen der letztern selbst.

Die meisten Formverschiedenheiten der Zellen haben aber darin unstreitig ihren Grund, dass die durch die erste Knospenbildung disponibel erhaltenen Räume einer Mutterknospe sich neuerdings mit Knospen füllen, die entweder ganz die Form dieser Räume annehmen, oder auch an beliebige Theile der Inhaltsportionen der Mutterknospe

sich anschliessen. Berstet nun die Mutterzelle, so werden knospenartige Gebilde oft von den verschiedensten Formen frei.

Es muss hier nämlich erwähnt werden, dass an die in einer Mutterzelle gebildeten Tochterknospen nicht selten Portionen des Inhalts der erstern sich anhängen, wodurch der Anschein einer Zelle hervorgerufen wird, in welcher die Tochterknospe als Kern, die Inhaltsportion der Mutterzelle als Zellenkörper figurirt. Ja der ganze Inhalt kann nach Berstung einer Mutterzelle entweder an dieser hängen bleiben oder auch frei werden. Im ersten Falle bilden sich z. B. Zellen von der Form der 75. Figur; im andern dagegen zellenartige, bald rundliche, bald plattrundliche oder auch verschieden gestaltete Formen mit mehreren kernartigen Gebilden (Fig. 76). Dergleichen zellenartige Formen, wie die letztbeschriebenen, trifft man nicht oft in physiologischen, wohl aber in pathologischen Theilen öfters an, und sie erreichen hier nicht selten eine merkwürdige Grösse. Wenn Mutterzellen von der in der 24. Figur abgebildeten Form bersten, so theilt sich der Zelleninhalt nicht selten in mehrere rundliche und einige keilförmige Massen von der Figur 77, welche ein kernartiges Gebilde enthalten und daher für Zellen gelten, ungeachtet der Zellenkörper durchaus nichts nach aussen hin fest begrenztes darstellt. Oder wenn Mutterzellen von der Form der 20. Figur bersten, so bleiben an den grössern rundlichen Knospen Inhaltsportionen hängen, wo dann die Form 78 sich bildet, welche einer geschwänzten Zelle ähnlich ist. Oder nach Berstung der Mutterzelle Fig. 24 entstehen zellenartige Formen von der Figur 79, daneben runde oder auch geschwänzte Zellen, wie sie denn eben der Zufall mit einander verbunden hatte. Oder wenn Mutterzellen von der Form Fig. 22 sich öffnen, so nehmen einige der Brutknospen die Form der 80. Figur an. Durch Berstung der Mutterknospen Fig. 23 entstehen die Figuren 81 und 82 und dgl. Überhaupt sind hier die verschiedenartigsten Combinationen denkbar und die Natur bringt sie in der That auch oft genug hervor, wie dies ein flüchtiger Blick auf die bizarren Formen in gewissen Markschwämmen zur Genüge zeigt.

Ganz so wie hier runde (kernartige) Knospen mit verschiedenen Inhaltsportionen von Mutterknospen sich verbinden und dadurch verschieden geformte zellenartige Körper bilden, nehmen auch die in einer Mutterknospe enthaltenen Brutknospen statt der runden andere Formen an, wie sie eben der verfügbare Raum gestattet und indem

sich durch eine Spaltung ihres Inhaltes später ein Kern entwickelt, werden sie zu wirklichen Zellen, dergleichen man täglich namentlich bei der Untersuchung krankhafter Geschwülste in grosser Menge und in allen Formen beobachten kann. Von den früher beschriebenen, um eine kernartige Knospe blos gruppirten Inhaltsproportionen unterscheiden sie sich dann nur durch ihre schärfere und beständigere Begrenzung, was auf die Anwesenheit einer Zellenmembrane schliessen lässt.

Hat sich eine Mutterknospe von der Form der 3. Figur, nachdem in ihrem Inhalte eine Spaltung vor sich gegangen ist, etwas in die Länge gezogen (Figur 83), und hat sich in ihr derselbe Spaltungsprocess noch ein paarmal nach gleicher Richtung wiederholt, während die Mutterzelle eingeschoben zwischen ähnlichen Zellen und von diesen allseitig umgeben eine mehr parallelipipede Gestalt angenommen hat, Figur 84, so bilden sich zellenartige Formen von der Gestalt der Zellen des Cylinderepithels; diese übrigens kernlosen Zellen wenden ihren breiten Theil nach oben, ihre Spitzen nach unten. In den von den untern Hälften dieser Zellen freigelassenen Räumen erscheinen dann den oben liegenden an Form ähnliche, in der Richtung entgegengesetzte zellenartige Körper, die ihre breitere Endfläche, die Basis nach unten, ihre Spitze nach oben kehren und zwischen die anderen Zellen einschieben. Dieses ganze Bündel von Zellen ist von dem Raume *b* überwölbt, welcher dem Raume *b* der Mutterknospe entspricht. Er ist unter dem Namen Zelldeckel bekannt und hat erst in neuerer Zeit an den Darmepithelien seit der bekannten Theorie Brücke's über die Resorption der Darmschleimhaut die Aufmerksamkeit auf sich gezogen. Bei der Zerstörung der Mutterzellen wird dieser deckelartige Saum entweder als eine zusammenhängende Masse von den Epithelien entfernt, oder ein Stück dieses Saumes bleibt an jeder einzelnen Zelle sitzen. Die einzelnen Brutknospen (Cylinderzellen, wie man sie gewöhnlich nennt) haben entweder die Form Figur 85 (wo die zwei zusammengehörigen abgebildet sind), wenn sie sich aus der Knospe *m* der 83. Figur entwickelt haben, oder sie zeigen die Form der Figur 86, wenn sie zwischen den Knospen *m* und *n* im Raume *c* der Figur 83 entstanden sind, oder auch zuweilen die Form der Figur 87, wenn sie in der ganzen Länge des Raumes *c* entstanden sind. Tritt dann später durch Spaltung des Inhaltes die Kernbildung ein, so kann der Kern eine sehr verschiedene Stellung

einnehmen. Er ist entweder ein nackter oder ein eingeschachtelter Kern in der oben angegebenen Bedeutung des Wortes. Die Zellen erhalten nach der Kernbildung das Aussehen der Figuren 88 wenn sie aus der Figur 85, das Aussehen der Figur 89 wenn sie aus der Figur 87, das Aussehen der Figur 90 wenn sie aus der Figur 86 hervorgegangen, wobei sich die Stelle, in der der Kern sitzt, gewöhnlich etwas verbreitert zeigt. Alle diese verschiedenen Formen und Kernstellungen sieht man an den Epithelien des Darms und noch mehr an den Flimmerepithelien der Luftröhre, und ich halte bei diesen letztern den Büschel von Flimmerhaaren gleichfalls für nichts anders als für das Überbleibsel des Knospenraumes *b* der Figuren 3 oder 84, mithin für eine Analogie des Zellendeckels der Cylinderepithelien. Die Art der Spaltung dieser Deckelsubstanz in einzelne Cilien konnte ich bisher nicht weiter verfolgen. Öfters wachsen auch zwei neben und hinter einander liegende Zellen, wie sie die Figur 85 darstellt, zusammen, eine monströs lange Zelle darstellend, an deren Wand ein schräg verlaufender Streif entsprechend der Stelle der Verwachsung hinzieht.

Ich bin nun unvermerkt aus der allgemeinen Untersuchung über die Knospen auf das besondere Gebiet der im Organismus beständig bleibenden Zellen gerathen und werde dieses Thema weiter verfolgen.

Die Entwicklungslehre der Epithelialzellen habe ich in den unmittelbar Vorhergehenden gegeben. Die Cylinderepithelien des Darms, die Flimmerepithelien der Luftwege habe ich nur in Mutterzellen entstehen gesehen, so dass z. B. eine Darmzotte eines Embryo bei hinreichend starker Vergrösserung das in der 91. Figur dargestellte Aussehen bietet. Wie sich das Pflasterepithel entwickelt, ob in Mutterzellen, oder nicht, darüber mangelt mir die Erfahrung. Die Formen desselben sind die bekannten rundlichen oder auch hexagonalen, oder sie gehören in die Kategorie der Formen 78, 79, 80, 81, 82, namentlich sieht man alle diese Formen auf der Vaginalschleimhaut neugeborner Mädchen, was eine Entstehung derselben in Mutterzellen vermuthen lässt. Später sind die rundlichen Zellen mehr vorwaltend. Die Kerne der Epithelien sind bald nackt, bald eingeschoben, immer aber wandständig, wenn gleich zuweilen die verschiedene Lage der Zellen die Kerne als centrale erscheinen lässt. Mehrkernige Zellen sind unter den Pflasterepithelien wohl selten, nicht aber unter den Cylinder- oder Flimmer-Epithelien. In diesem Falle gehören sie

entweder zweien aber mit einander verwachsenen Zellen an; oder sie sind aus einer Theilung des ersten Kernes hervorgegangen. Das erstere wäre dann anzunehmen, wenn die beiden Kerne (mehr als zwei gehören überhaupt zu den Seltenheiten) von einander ziemlich entfernt lägen; das andere dann, wenn sie unmittelbar neben einander sich fänden.

Ausser den Hauptformen, welche oben bei den Cylinder- und Flimmerepithelien bereits beschrieben wurden, gibt es immer noch welche, die abweichende Gestalten an sich tragen. Manche Epithelien verlängern sich z. B. nach unten in einer ganz ungewöhnlichen Art in einen langen Spitzenfortsatz, der nicht selten an seinem Ende sich gabelförmig theilt, oder unter einen rechten Winkel einen kleinen Seitenfortsatz abgibt, der sich wieder spaltet und dergl. Es wäre im Allgemeinen nicht schwierig eine Entwicklungsgeschichte dieser Formen zu geben, doch ist die thatsächliche Begründung in dem Einzelnfalle gewöhnlich schwer und entbehrt endlich jeder Bedeutung.

Über die Entwicklung der epidermisartigen Schuppen, welche die äussere Schichte der Haare bilden, ist bereits oben die Rede gewesen.

Die sogenannten sternförmigen Pigmentzellen scheinen in die Kategorie der Knochenkörper zu gehören, was nämlich ihre Formenentwicklung betrifft. Doch ist von mir der Gegenstand nicht weiter genauer untersucht worden.

Aggregate von Fettzellen, welche man beim Fötus von einer rundlichen Bindegewebskapsel umschlossen findet, die selbst an einem Gefässe hängt und ein regelmässiges Netz von Capillarien einschliesst, scheinen sich nach dem Typus der Figur 44 zu entwickeln. Während nämlich die äusseren Substanzschichten zum Bindegewebe werden, dürfte die innere Masse in die Fettzellen sich umwandeln. Ich habe jedoch den Gegenstand nicht weiter untersucht und stelle daher das Gesagte blos als eine Hypothese hin.

Die interessanteste Entwicklungsgeschichte geben unstreitig die Knorpelzellen mit ihren verschiedenen Metamorphosen und sie sind eben desswegen der Gegenstand häufiger Untersuchungen geworden. Ich kann über ihre Entwicklung folgendes berichten (was ich zum Theile schon bei einer andern Gelegenheit nämlich in dem Aufsatze über die Knochenentwicklung in den Sitzungsberichten der k. Akademie der Wissenschaften besprach).

Die grösseren Knorpelzellen entstehen durch eine Combination von kleineren kernhaltigen Zellen nach dem Schema der Figuren 38 bis 50, sie werden dadurch zu sogenannten Schachtelzellen. Bei der einfachen Combinationszelle Figur 44 oder 45 ist bekanntermassen die Frage über die Analogie der verschiedenen Abtheilungen der Zellenwände mit dem Primordialschlauche und der Cellulosenwand der Pflanzenzellen besprochen und vielfach erörtert worden. Die einzelnen Abtheilungen aus denen die Combinationszelle besteht, sind am Knorpel entweder ganz deutlich sichtbar und nach Aussen hin begrenzt, oder es bedarf in einigen Fällen des Zusatzes von starkem Weingeiste um sie sichtbar zu machen; oder es gelingt selbst mit dessen Hilfe nicht mehr; die Schichten ein und derselben Wand oder auch die an einander stossenden Schichten zweier oder mehrerer Combinationszellen stellen eine ganz zusammenhängende, von keiner Linie oder Scheidewand unterbrochene Substanzmasse dar. Wo Knorpel ossificiren, bleiben die Grenzen der Combinationszellen und in der Regel sind auch die Grenzen der einzelnen Abtheilungen der Combinationsknospe sichtbar, ja selbst in völlig ausgebildeten Knochen sind sowohl die aus den Combinationszellen hervorgegangenen Systeme von Knochenkörpern, die solchen Combinationssystemen angehören, nicht nur vollständig und scharf von dem benachbarten Systeme abgegrenzt, sondern man kann sogar die drei Schichten der Figuren 44 bis 46 deutlich unterscheiden. Der innerste Raum bildet nämlich das Lumen des Haver'schen Canals, die beiden concentrisch verlaufenden äussern Räume, die selbst wieder in eine grosse Menge untergeordneter Abtheilungen nach dem Schema der Figur 47 zerfallen, sind die concentrischen Lagen von Knochensubstanzen, das sogenannte Haver'sche Lamellensystem, aus denen die Wände der Haver'schen Canäle bestehen und sind von Knochenkörpern durchzogen, welche gleichfalls regelmässig concentrisch das Lumen des Haver'schen Canals umstehen. Doch zurück zu der Entwicklung der Knorpelzellen.

Die Combinationszellen der Knorpel stossen mit ihren Wänden eben so zusammen wie die einzelnen Zellen, aus denen sie entstanden sind; sie behalten aber im Querschnitte ihre meist regelmässig kreisrunde Form. Nur im Längenschnitte erscheinen sie von anderer Form. Durch fortwährende Brutbildung im Innern des Markraumes dehnen sie sich nämlich an ossificirenden Knorpeln nach den Typen der Figuren 72 bis 74 in die Länge aus und werden bei immer stärker

werdender Verlängerung zuletzt zu sehr langen, am Längenschnitte trapezartigen, am Querschnitte rundlichen Körpern, eingeschachtelten Systemen von Schachtelzellen, die in einer bestimmten Ordnung beim regelmässigen Gange der Ossification neben und hinter einander liegen. So reihen sie sich in der Längenrichtung entweder nach dem Typus der Figur 92, verschmelzen dann später in dieser Richtung und geben gebogen verlaufende Röhren, zuweilen von abnehmendem Durchmesser, die mit Röhren der entgegengesetzten Seite des Knochens unter spitzen Bogen zusammenlaufen (Gelenksenden der Röhrenknochen); oder es verbinden sich Combinationssysteme von meist gleicher Länge und dann bilden sich nach ihrem Verschmelzen Röhren von nahezu gerader Richtung (Diaphyse der Röhrenknochen) und die Knochenfasern laufen dann parallel. In meiner eben citirten Abhandlung hatte ich auch die zu einem Röhrensysteme gehörigen hinter einander liegenden Combinationen *a*, *b*, *c*, Figur 92 gemessen und gefunden, dass sie merkwürdigerweise meist nach einem bestimmten Gesetze in der Grösse differiren. Dies scheint ein Fingerzeig zu sein, der den Grund einerseits dieser Lagerung, andererseits die nach der Richtung vom Gelenksende abnehmende Grösse andeuten könnte. Denkt man sich nämlich die 24. Figur von regelmässig runder Gestalt und die zwei grösseren Keime, die in ihrem Innern vorkommen, abermals von regelmässig runder Form, so finden in den zwischen diesen befindlichen Räumen noch Knospen Platz, deren Durchmesser gleich $1/3$ gesetzt werden muss, wenn man den Durchmesser der Mutterzelle gleich 1, folglich jenen der grösseren Tochterzellen gleich $1/2$ setzt; ferner haben nur noch Knospen Platz vom Durchmesser $1/6$ u. s. f. in immer abnehmender Reihe. Bei den unmittelbar auf einander folgenden Zellensystemen ossificirender Knorpel stimmt sowohl die Anordnung mit jener der Knospen *a* und *b* in der 24. Figur, als auch die Regelmässigkeit in der Grössenzunahme so überein, dass das ganze System von hinter einander folgenden Knorpelzellen, durch deren Verschmelzung und Ossificirung später eine gebogene Knochenfaser entsteht, wahrscheinlich die Knospenbrut einer Mutterknospe ist, welche durch eine fortgesetzte Theilung immer in dem ursprünglichen Grössen- und Lage-Verhältnisse sich vervielfältigte: und es wäre sonach der Schlüssel zur Erklärung einer Thatsache gegeben, die mich lange beschäftigte, nämlich der regelmässigen Grössenabnahme und der Stellung auf einander folgender Knorpel-

zellen und der eben so regelmässigen Knochenfaserung. Ich werde später Gelegenheit nehmen, nicht nur an Knochenfasern, sondern auch an Weichtheilen jene merkwürdige, aus der ersten Knospenspaltung hervorgehende Regelmässigkeit in den Grössen und Stellungen der verschiedenen zu einem Systeme gehörigen Theile noch näher zu besprechen.

Demnach wäre der erste überhaupt erkennbare Vorgang bei der Knorpelbildung und Ossification die Bildung von Mutterzellen (Hypothese), in diesen entwickeln sich Brutzellen durch regelmässige Theilung des Inhaltes; diese Brutknospen vermehren sich durch fortgesetzte Theilung aber nach einem bestimmten Gesetze so, dass zwischen den in einer Reihe hinter einander liegenden Brutknospen ein gewisses von der Art der ersten Knospentheilung abhängiges Durchmesserverhältniss besteht. Durch spätere Wiederverwachsung je zweier neben einander liegenden kernhaltenden Brutknospen entstehen erfahrungsgemäss grössere Combinationsknospen, deren Wände zum mindesten aus zwei, meistens aus drei, oft sogar aus vielen concentrirten Schichten bestehen und überhaupt um so mehr in diese Schichten zerfallen, je grösser sie werden. Diese Combinationsknospen verwachsen bei beginnender Ossification in bestimmter, der künftigen Faserung des Knochens entsprechender Richtung mit einander und bilden hierdurch Knorpel*röhren*, in deren Wänden die Ossification beginnt. Jede der Schichten, in welche die Wand einer Combinationsknospe zerfällt, ist anfangs homogen; später tritt eine neue Spaltung in jeder von ihnen auf, und es entstehen zellenartige Knospen in den äusseren Schichten, die Markzellen des Knochens in dem innern Raume der Combinationszellen. Die an den äussersten Schichten liegenden zellenartigen Knospen heisst man schlechtweg (einfache) Knorpelzellen; sie sind einfach, ohne verdickte Zellenwand, meist mit einem einzigen kernartigen Gebilde versehen (Fig. 93), zeigen eine sehr regelmässige Anordnung, aus ihnen entstehen bei der Ossification die Knochenkörper.

Mit der Ossification beginnen in diesen einfachen Knorpelzellen neue, zum Theile *unvollständige* Theilungen des Inhaltes; die einfachsten derselben habe ich in der Figur 91 dargestellt. Indem der Inhalt der Knorpelzelle um den Kern herum in drei oder vier Abtheilungen zerfällt, bildet sich ein den Kern umgebender, in drei bis vier Zacken auslaufender Raum, der sich gewöhnlich durch die Farbe

schon von den anliegenden Theilen unterscheidet. Dieser Raum mit der in demselben befindlichen Substanz nun, — denn dass dieser Raum nicht leer ist, braucht wohl nicht erst erwähnt zu werden —, wird zum künftigen Knochenkörper. Durch eine mehr oder minder häufige, mehr oder minder vollkommene Spaltung des Knospeninnern wird aus der 94. Figur die 95. Figur, und das Knochenkörperchen mit seinen Ausläufern ist nun abgegrenzt. Zuletzt verschwindet der äussere Contour der Knorpelzelle, in deren Innerm die Bildung dieser Knochenkörper erfolgte, und das Knochenkörperchen scheint nun frei in der Knochenmasse zu liegen.

Dass die Knochenkörper anfänglich nicht blosse lufthältige Hohlräume sind, geht nicht nur daraus hervor, dass sie in ihrem Innern selbst ein kernartiges Gebilde enthalten, sondern auch daraus, dass sie durch Präparation isolirt erhalten werden können.

Ich habe im Vorhergehenden den, weil regelmässigsten, so für uns einfachsten Fall der Knochenkörperbildung genommen, und erlaube mir noch andere Fälle von Knochenkörperbildung vorzuführen.

Hat die Knorpelzelle die Form der Fig. 3, so bildet sich der Knochenkörper nicht selten aus dem Raume *b* heraus, während der Raum *a* zur Bildung der Kalkcanälchen des Knochenkörpers verwendet wird. So erscheinen Knochenkörper von den Formen, wie sie in der 96. Figur dargestellt sind, und zwar ohne ein kernartiges Gebilde im Innern. Oft besteht die ursprüngliche Inhaltsspaltung aus vier Abtheilungen, und durch weitere Spaltung jeder derselben entwickelt sich ein Knochenkörper von der Form, wie ihn die 97. Figur darstellt. Nicht immer gehen die Spaltungen so regelmässig vor sich, sie erfolgen in der einen Inhaltsportion öfter z. B. als in der andern, und das Knochenkörperchen zeigt dann minder regelmässige Gestalten. So kommen z. B. Knochenkörper von der Form der 98. Figur vor, oder wenn sie in geschwänzten Zellen erscheinen, erhalten sie nicht selten die in der 99. Figur dargestellten Gestalten.

Es mögen die angegebenen Formen genügen.

Das System von strahligen Ausläufern, welches einem Knochenkörper angehört, wird noch vervielfältigt durch secundäre Abtheilungen, dergleichen in der 97. Figur dargestellt sind; und dieses System secundärer Ausläufer ist es, wodurch benachbarte Knochenkörper mit einander anastomosiren. Dies geschieht in folgender Weise.

Nachdem durch einen der eben beschriebenen Vorgänge die Bildung eines Knochenkörpers erfolgt ist, wiederholt sich derselbe Vorgang in den mittlerweile vergrösserten einzelnen Abtheilungen (Fig. 100) und es entstehen in dieser Art nothwendig zahlreiche Anastomosen grösserer und kleinerer Knochenkörper. Man findet daher Anastomosen nach den verschiedensten Richtungen entwickelt, und eben so liegt es in der Natur der Sache, dass diese Ausläufer der Knochenkörper auch gegen die Höhle des Markcanals der Knochen verlaufen, in die sie einzumünden scheinen.

Die Knochenkörper, welche an der Zahnwurzel erscheinen, haben gewiss ihre Form von ihrer Bildungsstätte, nämlich der Zwischenräume jener bekannten kugelartigen Gebilde, die Czermak ausführlicher beschrieben hat.

Im neugebildeten Knochen findet sich auch nicht selten die eine oder die andere mit dem Lumen des Haver'schen Canals concentrisch verlaufende Schicht, an der die Knochenkörper ganz fehlen. Sehr oft ist dieses jene Schicht, welche am weitesten nach innen liegt, mithin die Innenwand des Canals selbst bildet. Entweder ist hier die Bildung der Knochenkörper noch nicht erfolgt, oder sie erfolgt überhaupt gar nicht; denn dass Knochenbildung auch ohne Knochenkörper vorkommt, ist an der Wurzel der Zähne sehr deutlich.

In manchen Knochen haben die Knochenkörper keine strahligen Ausläufer. Entweder haben sich dieselben noch nicht gebildet (nach dem Schema der Figur 94) oder sie bilden sich überhaupt nicht, und das Knochenkörperchen hat entweder eine rundliche oder eine spindelartige, oder eine halbmondförmige Gestalt. Es hat dann die Form der Abtheilung *a* oder *b* der 3. Figur und ist überhaupt dann nichts anderes als dieser Raum, der nicht verknöchert, während seine Umgebung verknöchert.

Zwischen den spindelartigen Bindegewebskörpern und den eben so gestalteten Knorpelzellen ist, was Form betrifft, kein Unterschied. Eine andere Frage aber ist es, ob und wie die ersteren in Knochenkörper übergehen können. Ich werde auf diese Frage bei Beurtheilung pathologischer Ossificationen noch zurückkommen.

Von den Zellen parenchymatöser Theile habe ich jene der Milz am öftesten und ausführlichsten untersucht und bereits im Vorhergehenden eine kurze Darstellung des Entwicklungsganges der Mutter-

zellen dieses Organes gegeben. Ich werde nun im Folgenden näher auf die Sache eingehen.

Es macht einen grossen Unterschied, ob man die Milz von einem ganz nüchternen Menschen oder von einem solchen nimmt, der in der Periode der Verdauung und Chymusresorption gestorben ist. Im ersteren Falle bemerkt man in der Pulpa neben den bereits oben beschriebenen Faserzellen meist nur plattrundliche mit einem Kerne versehene Zellen, deren äussere Haut wenig durchsichtig, deren Begrenzung nur eine sehr schwache Linie darstellt. Zur Zeit der Verdauung und Chymusaufnahme dagegen sieht man eine grosse Anzahl von Mutterzellen entweder von der Art, wie sie in der 14. Figur dargestellt sind, oder mit Brutknospen in ihrem Innern etwa wie in der 23. Figur. Die Zellen ohne Brut enthalten einen farblosen und durchsichtigen Inhalt und zerfliessen leicht, mit Zurücklassung ihres Kernes; die Knospen mit Brutknospen bersten leicht, mit Hinterlassung der oben beschriebenen Trümmer, und lassen ihren Inhalt — kernartige Brutknospen — austreten. Unter diesen Brutknospen gibt es immer solche, welche den weissen Blutkörpern ähnlich sind in grosser Menge; ausserdem aber meist in geringerer Zahl auch gefärbte Blutkörper, die den freien Blutkörpern in Form, Grösse und Farbe vollkommen gleichen. Nächstdem finden sich noch kleinere kernhaltige Zellen von unbestimmtem Charakter in diesen Mutterzellen.

Wenn nun gleich nicht in Abrede gestellt werden kann, dass weisse und rothe Blutkörper sich in Mutterzellen der Milz entwickeln, so ist damit doch nicht behauptet, dass die Milz das einzige Organ zur Erzeugung dieser Zellen, namentlich der rothen sei, und dass ihre Entwickelung, oder besser ihre Vermehrung nur in Mutterzellen vor sich gehe. Mir scheint es im Gegentheile wahrscheinlich, dass dieser Vorgang in der ganzen Gefässbahn stattfinde, und er ist, wenn nicht alle Analogien täuschen, folgender:

Jedes Blutkörperchen stellt eigentlich gleich nach seiner Entstehung eine kernlose Knospe vor, wie die Figur 1, die eine ganz gleichmässig röthliche Farbe zeigt. In dieser Knospe tritt, wie in der Figur 2, eine Spaltung des Inhaltes auf, wodurch 2 Abtheilungen *a* und *b* entstehen, die sich verschieden verhalten können. Entweder nämlich häuft sich der Farbestoff mehr in der Abtheilung *a* an; das rothe Blutkörperchen zeigt daher an der einen Wand eine etwas dunklere Stelle von rundlicher Form, aber ohne sehr markirte Begren-

zung (was übrigens bei der Zartheit der menschlichen Blutkörper nicht befremden darf); oder der Farbestoff häuft sich mehr im Raume *b* an, und das Blutkörperchen hat daher dem Anscheine nach keinen Kern, wohl aber erscheint die Farbe ungleich vertheilt, indem an dem einen Rande eine halbmondförmig gekrümmte dunklere Stelle sich hinzieht und die Wand daher hier gleichsam verdickt ist. In der Regel sind dann bei etwas grössern Blutkörpern beide Abtheilungen der Knospe nicht gleich gross, das Verhältniss zwischen der stark gefärbten und der weniger gefärbten Abtheilung ist daher ein solches, wie dies in der 5. und 8. Figur dargestellt wurde, und bei der Kleinheit des Gegenstandes an und für sich, dann bei der Kleinheit der tiefer gefärbten Abtheilungen war es wenig zu wundern, wenn man bisher nicht viel Gewicht auf diese ungleiche Vertheilung legte. Wenn gefärbte Blutkörper, in denen die Abtheilung *b* (Fig. 3) die grössere Menge Farbstoff enthält, so zu liegen kommen, dass der Raum *a* gerade nach oben zu steht (und dies ist in schwimmenden Blutkörpern wahrscheinlich wegen der grössern Schwere des gefärbteren Theiles meistens der Fall), so erscheinen sie wie in Figur 6 mit hellerer Mitte; der Farbstoff scheinbar in grösserer Menge in der Nähe des Randes angehäuft.

Es lassen sich demnach im Menschen- und Säugethier-Blut dreierlei Hauptformen der rothen Blutkörper unterscheiden: gleichmässig gefärbte, kernlose; dann ungleichmässig gefärbte, und zwar erscheint der Farbestoff in Form eines tiefer gefärbten rundlichen Fleckes an einer Wand angehäuft (demnach Blutkörper mit nacktem, wandständigem, übrigens höchst weichem Kerne, dessen rasches Zerfliessen während der Untersuchung auch Ursache ist, dass man meistens Blutkörper der ersten Art wahrnimmt), und endlich Blutkörper, bei denen die grössere Menge Farbestoffes an der einen Wand in Form eines halbmondförmigen Streifens anliegt. Diese Blutkörper sind weniger veränderlich und daher am öftesten zu sehen.

Über das Verhältniss der Häufigkeit dieser drei Formen von Blutkörpern ist es schwer etwas Bestimmtes zu sagen, da es höchst wahrscheinlich bei verschiedenen Individuen und unter verschiedenen Umständen und Tagszeiten ein verschiedenes ist.

Was die Grössen betrifft, so schwanken diese innerhalb an und für sich sehr geringer, aber zur Blutkörpergrösse relativ bedeutenden Grenzen. Am grössten sind die Blutkörper der dritten

Art, dann folgen ihnen jene der zweiten, auf diese jene der ersten Art.

Die Formen sind zum Theile nach den Grössen verschieden; am meisten rund sind die Blutkörper der ersten; am meisten platt oder scheibenartig jene der dritten Art, was natürlich auch in der Weise ihrer Fortbewegung einen Unterschied macht, ungeachtet die Blutkörper bei der grossen Schmiegsamkeit ihrer Formen leicht durch Hindernisse jeder Art sich hindurchdrängen können.

Die kernartigen Gebilde im Innern, wie sie sich bei den Blutkörpern der zweiten Art vorfinden, werden bei den Blutkörpern der Menschen, der Säugethiere und Vögel nicht, oder wie es scheint, nur selten fest, und können daher nur in wenigen Fällen isolirt dargestellt werden; beim Amphibienblute dagegen ist dieses letztere bekanntermassen das gewöhnlichere. Dies scheint mir einen sehr tief greifenden Unterschied zwischen dem Blute höherer und niederer Thiere begründen und mit der Vermehrung der Blutkörper, daher mit der Raschheit des Stoffwechsels im innigsten Zusammenhange zu stehen.

Die kernlosen Blutkörper nämlich des Menschen und der höheren Thiere sind der Vermehrung fähig, und wie es scheint vermehren sie sich ziemlich rasch; die kernhaltigen der Amphibien und Fische dagegen scheinen sich gar nicht weiter vermehren zu können.

Die Vermehrung der menschlichen Blutkörper erfolgt durch exogene Knospenbildung. Von den beiden Abtheilungen *a* und *b* Fig. 3 löst sich die eine Abtheilung *a* gewöhnlich ab und bildet demnach ein dunkler gefärbtes, aber kleineres und kernloses Blutkörperchen; die Abtheilung *b* behält entweder ihre Halbmondform bei, nur werden die Enden etwas abgerundet (Fig. 101, eine ziemlich häufige Form der Blutkörper), oder wegen der grossen Geschmeidigkeit des Blutkörperstoffes wird auch die Abtheilung *b* wieder rund oder scheibenförmig und bildet nun gleichfalls ein Blutkörperchen, das von dem der ersten Art sich nur durch die Grösse und Farbe, wenn auch nicht in sehr auffälliger Weise unterscheidet.

In seltenen Fällen kleben die beiden Abtheilungen der Knospen noch, nachdem schon eine stärkere Scheidung eingetreten ist, an einander (Fig. 102), und zwar ein kleineres an einem rundlichen oder halbmondförmigen grösseren. Man ist dann geneigt, das Ganze für ein zufälliges Aneinanderkleben zu halten; aber es ist nicht selten so

innig, dass es der Einwirkung des Wassers lange Zeit hindurch widersteht.

Noch seltener ist es, dass Blutkörper Knospen tragen, bei welchen selbst wieder schon eine Spaltung des Inhaltes beobachtet werden kann; ich habe dies beim Kaninchenblute ein paar Mal gesehen und in der Figur 103 abgebildet.

In den losgelösten Knospen tritt dann wieder ein ähnlicher Spaltungsprocess auf, und so können sich Generationen auf Generationen fortwährend erzeugen, ohne so zu sagen an einen festen Ort gebunden zu sein.

Es wäre interessant zu untersuchen, in welcher Stelle der Blutbahn besonders diese Knospenbildung vorkommt, oder ob sich allenthalben im Gefässsysteme die Blutkörper vermehren können. Es dünkt mir von Wichtigkeit, dass man bei späteren physiologischen und pathologischen Untersuchungen des Blutes nicht allein hierauf, sondern auch auf das Zahlenverhältniss der verschiedenen Arten von Blutkörpern Rücksicht nehme. Vielleicht hat es in Krankheiten mehr Bedeutung, diese Verhältnisszahlen festzustellen, als überhaupt die absolute oder relative Menge der Blutkörper durch Beobachtung und Rechnung zu bestimmen.

Haben sich in den Blutkörpern feste Kerne gebildet, wie dies bei dem Blute der Amphibien und Fische der Fall ist, dann sind sie den Mutterzellen vergleichbar, welche nur in ihrem Innern Brutknospen entwickeln, aber nicht leicht durch exogene Knospen sich vermehren können. Da nun die Blutkörper der Amphibien und Fische keine Brutknospen enthalten, so müssen sie als sterile Mutterzellen angesehen werden und die Regeneration der Blutkörper erfolgt daher bei diesen Thieren nur äusserst langsam.

Beim Fötus des Menschen und der Säugethiere sieht man eine verhältnissmässig grosse Menge von kernhaltigen Blutzellen; doch trägt der Kern auch hier den oben beschriebenen Charakter an sich, d. h. er unterscheidet sich von der andern Substanz des Blutkörpers wohl durch seine dunklere Farbe, ist aber kein fester Kern, sondern eine weiche leicht zerfliessende Knospe.

Die oben beschriebenen Blutkörperformen sind zwar die häufigsten, aber nicht die einzigen; alle aber lassen sich auf die erwähnten Grundformen mit Leichtigkeit zurückführen. Die Form Figur 101 erscheint nur dann vollkommen rein, wenn der Blutkörper genau auf

der Kante steht, bei jeder andern Mittellage bildet sich dagegen die Fig. 104, wo bei *a* ein fast farbloser tellerförmig vertiefter Fleck erscheint; diese Figur übergeht bei vollkommener Flächenlage in eine Scheibenform wie Fig. 106. Nicht selten sind (im Kaninchenblute) Blutkörper von der Form der 105. Figur, deren Erklärung nach dem Obigen wohl nicht die geringste Schwierigkeit macht. Die biscuitartigen Blutkörper (Fig. 106) betrachte ich als solche, welche, wie in der Fig. 12, zwar in der Theilung begriffene Knospen darstellen, bei denen es aber nicht zur vollkommenen Quertheilung kommt. Man sieht sie auch öfters in der Form der Fig. 107. Es ist wohl nur sehr selten, dass man bei diesen Blutkörpern Zwischenformen von Quertheilungen beobachten kann, welche gleichsam ein weiteres Fortrücken der Quertheilung ausdrücken; und dies ist der Grund, warum ich glaube, dass hier die Knospentheilung in der That blos angefangen habe ohne weiter vorzurücken. Zuweilen findet man Blutkörper von der Form 108. Sie entsprechen dann wohl zum Theile der Fig. 75, oder sind auch aus der Fig. 103 zu entwickeln, wo die grössere Knospe wie ein an einer Seite offener Ring die kleinere, meist rundliche und weniger gefärbte Knospe umgibt. Dann kommen auch Blutkörper vor, bei welchen die Knospenbildung in etwas unregelmässiger Art vor sich geht, so dass daraus die Fig. 109 entsteht.

Man kann sonach ganz wohl annehmen, dass die Blutkörper sich in der Milz entwickeln; aber dieses Organ producirt verhältnissmässig nur wenige, welche gleichsam den Stamm derselben bilden, und durch eine innerhalb der Blutbahn fortgesetzte Theilung sich vermehren. Daneben kann wohl auch eine Umwandlung der farblosen Blutkörper in gefärbte gedacht werden, denn bei vielen ist die Form und Grössenähnlichkeit auffallend genug und man braucht sich nur die rothe Farbe noch hinzuzudenken; aber fürs Erste ist der Beweis dieses Überganges aus naheliegenden Gründen nicht zu geben; dann wird eine solche Annahme es uns nicht verständlicher machen, wie die gefärbten Blutkörper entstehen, weil dann dieselbe Schwierigkeit in Betreff der farblosen Blutkörper doch immer wiederkehrt.

Übrigens entwickeln sich f a r b l o s e Blutkörper neben den gefärbten in den Mutterzellen der Milz gewöhnlich in grosser Menge. In den Gekrösdrüsen jedoch und in den Lymphdrüsen überhaupt sieh man meist nur die farblosen, selten die gefärbten Blutzellen in Mutterzellen eingeschlossen. Die meisten Mutterzellen der Gekrös-

drüsen gehören dem Typus der 21. Figur an; durch Berstung derselben, die man oft unter dem Mikroskope verfolgen kann, entstehen Formen von Faserzellen ganz in der oben beschriebenen Art.

Die meisten Lymphkörper sind so wie die Blutkörper nach den Schemen der Figuren 1, 2, 3, seltener nach dem Typus der 12. Figur gebaut. Die Lymphkörper (und farblosen Blutzellen) welche der Fig. 1 entsprechen, stellen bereits abgelöste Knospen dar, die bei abermaliger Spaltung ihres Inhaltes sich vergrössern und vermehren; sie sind die kleinsten von allen und erscheinen eben wegen ihrer Kleinheit wie Kerne von den Lymphkörpern der zweiten Kategorie. Bei diesen letztern erscheint, wenn sie auf der Fläche liegen, an der einen Hälfte ein etwas dunklerer halbmondförmiger Streif, an der anderen Seite ein helles kernartiges Gebilde — eigentlich eine Knospe, die zur Ablösung bestimmt ist. Wie allenthalben erfolgt die Ablösung auch hier nicht durch ein successives Abschnüren, sondern durch einen Ruck, und das ist wohl der Hauptgrund, warum man diese exogene Vermehrung bisher unbeachtet liess. Kernkörperartige Gebilde kommen in diesen Knospen nicht selten vor; ihre Bedeutung wird gleich unten besprochen werden.

Es läge sehr nahe, von diesen physiologischen Formen den Übergang zu denjenigen zu machen, welche in krankhaften Neubildungen vorkommen, doch glaube ich mich hierüber bei einer andern Gelegenheit ausführlicher aussprechen zu können. —

Im Bisherigen ist nur von den Metamorphosen der kernartigen Gebilde, nicht der Kernkörper die Rede gewesen. Was sich über die Kernkörper sagen lässt, kann in wenig Worte zusammengefasst werden.

Kerne sind nach meiner Darstellung Knospen, die durch eine Spaltung zu zellenartigen Gebilden werden können. Man trifft Kerne mit und ohne Kernkörper an; die Zahl der Kernkörper ist nicht selten beträchtlich; die Lagerung aber fast immer eine bestimmte.

Ich glaube nun behaupten zu können, dass es nicht der Kernkörper ist, um den der Kern sich bildet, ebenso wenig wie um den Kern die Zelle, sondern dass der Kernkörper später entsteht als der Kern und dass wir die Art der Bildung, etwa ein mühseliges Aneinanderreihen von Moleculen ebenso wenig wahrnehmen können, wie bei der Zelle, sondern dass uns eben das fragliche Gebilde gleich anfangs als ein fertiges erscheint.

Die Figur 110 stellt eine nach dem oben angegebenen Typus entwickelte, mit einem Kerne versehene Knospe dar; so lange der Kern *a* eine gewisse Grösse nicht übersteigt, die übrigens bei verschiedenen Zellen verschieden ist, aber doch innerhalb enger Grenzen variirt, ist auch im Kerne selbst nichts weiter wahrzunehmen; dann aber tritt eine Spaltung des Inhaltes vom Kerne ganz nach dem Typus der Figuren 1 und 2 auf, und das rundliche Körperchen, das der einen Wand des Kernes anliegt, ist nun das Kernkörperchen Fig. 110 *b*. Ich berufe mich zur Begründung dieser Behauptung wieder auf den Bildungsvorgang in abgeschnittenen Haaren, wo man in der That dieses successive Auftreten von Zellen, Kernen und Kernkörperchen ohne Mühe auffinden kann.

Bei jeder andern Lage des Kernes wird der Kernkörper auch eine andere Stellung im Kerne einzunehmen scheinen und so ist namentlich die centrale Stellung eine sehr häufige, ohne dass desswegen das Kernkörperchen als in dem Centrum des Kernes befindlich angenommen werden müsste.

Wenn die Kerne grösser werden, so behalten sie entweder ihre kugelartige Form bei, oder sie entwickeln sich hauptsächlich in die Länge, dann bemerkt man auch gewöhnlich zwei und mehrere der Reihe nach hinter einander stehende Kernkörper. Der Entwickelungsgang ist hierbei folgender:

Der Kern *a* der Zelle (Fig. 111) spaltet sich nach dem Typus der Figur 7 in zwei Abtheilungen *a'* und *b*. Wiederholt sich diese Spaltung nach dem Typus der Fig. 9 und 10 mehrere Male hinter einander, so entsteht ein gegliederter Kern Fig. 112. Oft werden im weitern Verlaufe die Abtheilungen, aus welchen ein derartiger Kern zusammengesetzt ist, ziemlich undeutlich, und nur an den Kernen von jungen Fasern (Muskelfasern des Darmes beim Schweine-Fötus z. B.) lässt sich diese Gliederung sehen. Bei alten Kernen ist sie spurlos verschwunden. Oder es kann jede der Abtheilungen, aus denen der Kern besteht, nach dem oben angegebenen Typus wieder ein Kernkörperchen erhalten, dann findet sich eine Reihe hinter einander liegender Kernkörper, von denen jeder von seinem Nachbar durch eine zarte Linie getrennt erscheint. Meistens erfolgt diese Bildung von Kernkörpern blos in dem einen oder dem andern Gliede des Kernes, wie z. B. in Figur 113, gewöhnlich verschwindet bei alten Kernen die Scheidewand zwischen den einzelnen Kernkörpern und der

gestreckte Kern hat nun (Fig. 114) zwei Kernkörper, die oft (aber nicht immer und nicht nothwendig) regelmässig hinter einander liegen.

Der ganze Bildungsgang ist von Virchow in umgekehrter Ordnung beschrieben worden. Der Verlängerung des Kernes sollte die Theilung des Kernkörpers, dann das Auseinanderrücken der beiden Kernkörper vorausgehen und gleichlaufen, dann die Theilung des Kernes nachfolgen. Es hält allerdings nicht schwer, eine dieser Ansicht günstige Formenreihe zusammenzustellen, die dann als Schema gilt, aber nach den am Haare gemachten Erfahrungen muss ich mich gegen diese Ansicht erklären.

Zellen, Kern, Kernkörper sind demnach den eben entwickelten Ansichten zu Folge Theile, die sich durch successives Spalten aus Knospen und zwar alle nach gleichen oder nahe gleichen Schemen entwickelt haben; es sind Sprösslinge ein und desselben Keimes, die entweder sich trennen, um getrennt von einander denselben Process zu wiederholen und so eine unendliche Vervielfältigung organischer Keime, Ablegern gleich zu ermöglichen; oder sie bleiben vereint und werden in diesem Zustande (als Zellen) zum Aufbaue verschiedener Organe verwendet, sie gehen vereint zu Grunde, um der mittlerweile in ihnen entstandenen Brut Platz zu machen; oder es vereinigen sich Knospen, die einander berühren und aus derselben Mutterknospe stammen, zu grösseren Gebilden, aus denen dann der makroskopische Aufbau erfolgt. Zelle, Kern und Kernkörper sind demnach dem Ursprunge und der Entwickelung nach nicht von einander verschieden; jedes von ihnen kann sich durch Theilung vervielfältigen, ja, was für die ganze Entwickelung wichtiger ist, eines kann zu dem andern werden; das Kernkörperchen zum Kerne, dieser zur Zelle, und die Begriffe: Zelle, Kern, Kernkörper sind demnach nur relativ zu nehmen. Daraus folgt übrigens nicht, dass die Gebilde, die man Kerne und Kernkörper zu nennen pflegt, auf einer gewissen Stufe der Entwickelung der zusammengesetzten Knospe (der sogenannten Zelle) angekommen, nicht chemisch differente Gebilde darstellen sollten; dann sind sie aber entweder stationär geworden, d. h. sie bleiben das was sie sind und bleiben in demselben Verhältnisse immer zu den andern beiden Theilen der zusammengesetzten Knospe (Zelle), oder aber der weitere Entwickelungsgang der einzelnen Partien, aus denen eine Zelle besteht, ist dann ein verschiedener.

Man ist daher auf einem Standpunkte angekommen, dass man von nackten, freiliegenden Kernen eigentlich gar nicht sprechen kann, da der Name Kern nur in Bezug auf die Zelle eine Bedeutung hat. Essigsäure entscheidet hier nicht, da viele junge Kerne durch Essigsäure gerade so angegriffen werden wie die Zellen selbst. Was man bisher nackte Kerne genannt hat, waren Knospen von den Typen der Fig. 1 oder 5, oder zufällig durch die Präparation freigewordene Kerne, und im letztern Falle natürlich bezüglich der organischen Weiterentwickelung ganz gleichgiltige Dinge.

Da die Zellen und Kerne Knospen darstellen, so ist nicht anzunehmen, dass sie sich um heterogene Körper, wie um sogenannte Körnerhaufen, schrumpfende Blutkörper oder gar wie Kölliker will, um zerstörten Nerveninhalt entwickeln. Man kann in solchen Fällen, wo es nachgewiesen werden sollte, dass sich wirklich ein zellenartiges Gebilde um jene Körper entwickelt, blos sagen, dass diese Körper eingekapselt seien, aber von einer Zellenbildung um sie herum. in der wahren Bedeutung des Wortes Zelle, kann die Rede nicht sein. Jene oben genannten zellenartigen Formen, deren Inhalt Körnerhaufen und schrumpfende Blutkörper, lassen übrigens auch eine ganz andere Deutung zu, und was das in der Zelle eingeschlossene Nervenmark betrifft, so steht Kölliker mit seiner Beobachtung ziemlich vereinzelt da.

Die Beschreibung fasriger Gewebe ist einem andern Abschnitte vorbehalten.



Über den Kohlenstoff- und Siliciumgehalt des Roheisens.

Von **Max Buchner,**
Assistent der Chemie am ständ. St. Joanneum zu Gratz.

Die grossen Schwankungen in den Angaben über den Kohlenstoffgehalt der Eisenhochofenproducte veranlassten mich, eine Reihe von Kohlenstoff- und Siliciumbestimmungen der verschiedensten Roheisensorten nach einem Verfahren zu unternehmen, welches sich im hiesigen Laboratorium auf Herrn Prof. Dr. Gottlieb's Veranlassung durch Widtermann als vollkommen verlässig und als derzeit bestes bewährt hat [1]). Dieses Verfahren beruht auf der Auflösung des Eisens in Kupferchlorid und Wägung des Kohlenstoffes als Kohlensäure. Man übergiesst zu dem Ende einige Gramme des mässig verkleinerten zu untersuchenden Roheisens mit einer concentrirten wässerigen Lösung von krystallisirtem möglichst säurefreiem Kupferchlorid und überlässt so das Eisen einige Tage hindurch der Einwirkung des Kupferchlorids. In den meisten Fällen ist in der eben angegebenen Zeit das Eisen ohne die mindeste Gas-Entwickelung unter Zurücklassung einer mit dem Glasstabe zerdrückbaren Masse von Kupfer und Kohlenstoff in Lösung gegangen. Man digerirt es sofort unter Zusatz von Chlorwasserstoffsäure, filtrirt es über ausgeglühtem Asbest und wäscht aus.

Nachdem man es scharf getrocknet, bestimmt man den Kohlenstoffgehalt nach Art der organischen Elementaranalyse durch Verbrennen mit Kupferoxyd unter Anwendung eines Stromes von Sauerstoffgas, wodurch sämmtlicher Kohlenstoff zu Kohlensäure verbrannt und als solche gewogen wird.

Dieses Verfahren unterscheidet sich wesentlich von dem früheren, bei welchem man die Kohlenstoffmenge unmittelbar durch Wägung des Kohlenstoffs bestimmte, was immer zu hohe Resultate liefern musste, da die Kohle stets etwas wasserstoffhältig ist; andererseits

[1]) Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt. 1853, Nr. 3, S. 498. Jahrb. Liebig und Kopp. 1853, S. 722.

ist es durch Wöhler's [1]) Entdeckung des krystallinischen Siliciums mehr als wahrscheinlich, dass sich solches auch im Roheisen findet und häufig als Graphit bei der Kohlenstoffbestimmung mit in Rechnung gezogen wurde.

Das obige Verfahren diente sonach zur Bestimmung des Gesammtkohlenstoffgehaltes; die für die grauen und halbirten Roheisensorten so wichtige gesonderte Bestimmung des ungebundenen Kohlenstoff-Graphits wurde dadurch bewerkstelligt, dass die gewogene Menge Roheisen mit mässig concentrirter Chlorwasserstoffsäure unter Anwendung von Wärme so lange behandelt wurde, bis keine Gas-Entwickelung mehr wahrnehmbar war. Die Lösung wurde nun vom ausgeschiedenen Grahpit über Asbest filtrirt, dieser mit kochendem Wasser ausgewaschen, dann mit Kalilauge, Alkohol und schliesslich Äther behandelt, welche Agentien eine ziemliche Menge von Kohlenwasserstoffverbindungen aufnahmen, was sich an der Färbung der Flüssigkeiten bemerkbar machte. — Diese beiden letzteren Lösungsmittel wurden bisher meist übergangen, und noch in neuester Zeit hat Abel [2]) eine Reihe von solchen Bestimmungen veröffentlicht, aus denen zu ersehen ist, dass er sich weder des Alkohols, noch des Äthers bediente. Der auf diese Weise nun möglichst reine Graphit, bei dem sich noch eine entsprechende Menge Silicium befand, wurde nun wieder mit Kupferoxyd im Sauerstoffstrome verbrannt und aus der Kohlensäure der Kohlenstoffgehalt berechnet.

Die zur Analyse dienenden Roheisensorten waren nun folgende:

1. Spiegeleisen von Vordernberg von ausgezeichnet krystallinischer Structur und von grossblättrigem Gefüge.
2. Spiegeleisen, vollkommen krystallinisch.
3. Spiegeleisen von Mosinz von eminent krystallinischem Gefüge.
4. Spiegeleisen von Eberstein, in ganz charakteristischen Stücken.
5. Luckiges Roheisen von Vordernberg, blaulich weiss, von strahlig körnigem Gefüge.
6. Luckiges Roheisen von Plons, Canton, St. Gallen, den obigen ganz ähnlich, aus Rotheisenstein mit Holzkohlen erblasen.

---

[1]) Nachrichten d. Gesellsch. Wissensch. zu Göttingen 1856, p. 39—44. — Chem. Centralblatt 1856, Nr. 9, 140.

[2]) Quart. Journ. of the Chem. Soc. IX, 3. Oct. 1856, p. 202, Journ. pract. chem. 1857, Bd. LXX, pag. 213.

7. Weisses Roheisen aus Liezen, Obersteiermark, von strahligem Gefüge.
8. Weisses grelles Roheisen von Liezen, von mehr körniger Structur.
9. Weisses grelles Roheisen von Liezen, körnig.
10. Weisses Gusseisen von Joachimsthal, strahliges Gefüge, durch rasches Erkalten weiss geworden.
11. Halbirtes Roheisen von der Lölling.
12. Stark halbirt erblasenes Roheisen von Liezen.
13. Minder halbirt erblasenes Roheisen von Liezen.
14. Graues Gusseisen von Joachimsthal.
15. Graues Gusseisen von Blansko.
16. Graues Gusseisen von Blansko.
17. Schaumiges grobkörniges Roheisen von Blansko.
18. Überkohltes, schwarzgrau erblasenes Roheisen von Liezen.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
Chem. gebund. Kohlenst.	4·14	3·80	4·09	3·75	3·31	3·03	3·40	2·70	2·13
Graphit	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Silicium	0·01	0·01	0·26	0·27	Spur.	0·15	0·14	0·10	0·10

	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.
Chem. gebund. Kohlenst.	3·60	3·34	2·72	2·17	1·35	1·18	0·71	0·38	0·26
Graphit	—	—	0·20	2·11	2·47	2·42	2·79	3·28	3·83
Silicium	0·66	0·10	0·26	0·09	0·7	0·66	1·53	1·62	0·59

Das Spiegeleisen enthält nach Bromeis [1]) eine nicht unansehnliche Quantität Graphit, während der Verfasser in verschiedenen Spiegeleisen keinen nachweisen konnte, dagegen fand, dass das gewöhnliche Eisen, namentlich in der Nähe der Lucken oder an den Rändern häufig graues Roheisen eingelagert enthält, es haben aber dann die zunächst liegenden Partien nie das Ansehen des wahren Spiegeleisens, sondern das des dickgrellen weissen Roheisens. Stücke mit grossen Krystall- oder Theilungsflächen enthalten nie Graphit. Es ist daher sehr leicht möglich, das Bromeis ein solches fälschlich Spiegeleisen genanntes Stück der Analyse unterwarf. Rammelsberg [2]) hat ebenfalls jene Angaben als einer erneuerten Untersuchung würdig dahin-

[1]) Rammelsberg Lehrb. chem. Metallurgie. 1850, p. 68.

[2]) Wehrle, Lehrb. der Probir- und Hüttenkunde. 2. Ausgabe, Bd. 2, p. 19.

gestellt. Schon aus dem bei der Methode der Kohlenstoffbestimmung Berührten geht hervor, dass der Kohlenstoffgehalt des Spiegeleisens im Allgemeinen bisher immer zu hoch angegeben wurde, was auch von der Verbrennung mit Sauerstoffgas herrühren mag, wo in solchen Fällen, wie es scheint, versäumt wurde, den Sauerstoff in den Apparaten durch Luft wieder zu verdrängen, was dann jedenfalls ein fehlerhaftes Resultat liefert. Die übrigen weissen Roheisensorten haben sich ebenfalls als Graphit frei gezeigt, was sowohl die bisherigen Erfahrungen bestätigen, als auch mit der Theorie der Roheisengewinnung übereinstimmt. Der Siliciumgehalt verschwindet beim Spiegeleisen zum Theil beinahe gänzlich, und ist bei dem weissen Roheisen ebenfalls gering.

Die grauen Roheisensorten zeigen einen verhältnissmässig constanten Graphitgehalt. Der aus dem Roheisen erhaltene Graphit wurde früher häufig für eine Verbindung des Kohlenstoffes mit Silicium [1]) oder auch von Eisen mit Kohlenstoff gehalten. Beides beruht jedenfalls auf einer irrigen Beobachtung. Wehrle untersuchte demnach wahrscheinlich einen Graphit, dem krystallisirtes Silicium beigemengt war, während im zweiten Falle der Verfasser nach sorgfältiger Digestion des Gemenges von Graphit und Silicium mit Königswasser, nach dem Verbrennen des Graphits vor der Gaslampe mit Gebläse immer vollkommen ungefärbte, eisenfreie Kieselsäure erhielt. Somit fände auch jener fragliche Punkt über die Constitution des Hochofengraphites seine Erledigung, von dem Rammelsberg sagt, dass er eine erneuerte Untersuchung verdiene. Der höhere Siliciumgehalt des grauen Roheisens bestätigt ferners die Ansicht, dass die Reduction des Siliciums erst bei einer Temperatur zu beginnen scheint, wo das Roheisen grau zu werden beginnt. Das Maximum des Siliciumgehaltes tritt bei dem schaumigen grobkörnigen Roheisen aus Blansko, wo er 1·6% erreicht, ein, während Karsten in einem anderen grauen Roheisen als Maximum 3·4% gefunden hat.

Diesen Untersuchungen zufolge ist man keineswegs berechtigt, eine auch nur wahrscheinliche Formel für die Zusammensetzung des Spiegeleisens aufzustellen und der so einfache Ausdruck des Viertelkohleneisens, welches man bisher als den Hauptbestandtheil des Spiegeleisens betrachtet, scheint demnach kaum gerechtfertigt. Man

[1]) Rammelsb. Lehrb. chem. Metallg. 1850, p. 74.

muss im Gegentheil annehmen, dass das Spiegeleisen die Verbindung eines noch unbekannten Kohleneisens mit reinem Eisen sei, daher es auch auf eine so einfache Formel, wie die des Viertelkohleneisens ergibt, keinen Anspruch machen kann. Würden nicht die physicalischen Eigenschaften des Spiegeleisens und der Umstand, dass aller Kohlenstoff darin chemisch gebunden enthalten ist, so sehr für die Existenz einer wirklich chemischen Verbindung sprechen, so würde man sich gar nicht veranlasst sehen, darin eine nach stöchiometrischen Verhältnissen bestehende Verbindung anzunehmen.

Indem gerade die ausgezeichnet krystallinische Structur des Spiegeleisens zur Annahme einer chemischen Verbindung führte, so sind schon von Karsten, Hausmann, Mitscherlich, Rammelsberg und Gurlt Krystallmessungen ausgeführt worden, wie auch an einem ziemlich ausgebildeten Krystalle, den ich erhielt, Winkel von ungefähr 86°, 105° und 119° gefunden wurden, ohne dass man jedoch bezüglich des Krystallsystemes daraus eine Folgerung machen könnte.

Vorträge.

Das arterielle Gefäss-System der Rochen.

Von dem w. M. Herrn **Prof. Hyrtl.**

(Auszug aus einer für die Denkschriften bestimmten Abhandlung.)

Die Literatur der vergleichenden Anatomie kennt nur zwei Werke, welche diesen Gegenstand behandelten. Beide trennt der Zwischenraum eines halben Jahrhunderts. A. Monro gab in seinem, 1787 in deutscher Übersetzung erschienenen Werke: „Vergleichung des Baues der Fische mit dem Baue des Menschen, etc.“ die Erklärung einer Tafel, welche die Hauptstämme des arteriellen Gefässsystems eines Rochen (*skate*, wahrscheinlich ein Glattroche) in ziemlich roher und unvollständiger Weise darstellt. Joh. Müller erörterte unseren Gegenstand in seiner durch Fülle und Neuheit der Thatsachen so ausgezeichneten Abhandlung: „Über das Gefässsystem der Myxinoiden, 1841,“ nur in so ferne, als die Kopfgefässe in einer näheren Beziehung zur Spritzlochkieme, zum Gehirn und Auge stehen, wobei er vorzugsweise die Haie und Störe, weniger die Rochen berücksichtigte.

Vorliegende Abhandlung befasst sich mit der Darstellung des gesammten arteriellen Gefässsystems der Rajidae, nach Untersuchungen an den Gattungen Torpedo, Rhinobatis, Raja, Trygon und Myliobatis. Sie zerfällt in zwei Abtheilungen. Die erste behandelt das System bei den elektrischen Rochen, die zweite bei den übrigen.

Folgende bisher unbekannt gebliebene Verhältnisse erwähne ich vorläufig:

1. Bei den Torpedines geben die Kiemenvenen, noch während ihres Verlaufes an den Kiemenspalten, drei Arten von arteriellen Aussendlingen ab, welche ich als dorsale, ventrale, und intermediäre bezeichne.

Die dorsalen Verlängerungen der Kiemenvenen bilden die Aortenwurzeln. Ausser diesen erzeugen die Venen des ersten Kiemensackes noch die *Arteria temporalis* und *Carotis communis.*

Die ventralen Verlängerungen der Kiemenvenen gehen von jedem einzelnen Kiemensacke zu besonderen Bezirken. Diese sind für den ersten Kiemensack: Weichtheile und Haut zwischen Kiemengerüst und Unterkiefer. Für den zweiten: Musculatur des zweiten und dritten Kiemensackes, und Zurückzieher des ersten und zweiten Kiemenbogens. Für den dritten Kiemensack: vorzugsweise das Herz mit seinen Anhängen. Für den vierten und fünften: Weichtheile derselben.

Die zu den Kiemen gelangenden Äste der ventralen Verlängerungen der Kiemenvenen sind den *Arteriis bronchialibus* höherer Wirbelthiere analog. Die zum Herzen gehenden *Arteriae coronariae* sind am Bulbus und in der Furche zwischen Bulbus und Herzkammer durch einen *Arcus intercoronarius anterior* und *posterior* verbunden.

Die intermediären Verlängerungen der Kiemenvenen treten irgendwo zwischen oberer und unterer Commissur der Kiemenspalten hervor, und sind für die elektrischen Organe bestimmt. Jedes elektrische Organ erhält drei Arterien, von welchen die vordere die stärkste ist. Die Capillargefässe, in welche sich die Arterien der elektrischen Organe auflösen, gehen in verhältnissmässig weite Venenanfänge über, welche die Basen der einzelnen Prismen des elektrischen Apparates umgeben.

2. Die aus der Vereinigung der erten und zweiten Kiemenvene entstandene vordere Aortenwurzel erzeugt drei Arterien, welche als *Arteriae musculo-spinales* beschrieben werden. Die vordere derselben ist die *Carotis posterior autorum.* Die *Arteriae musculo-spinales* gehören nicht allein der vorderen Aortenwurzel an. Sie wiederholen sich durch die ganze Länge der Wirbelsäule als paarige Äste der Aorta. Ihr Verästlungsbezirk ist einerseits die Rückenmusculatur, anderseits die *Medulla spinalis.* Alle *Rami spinales* derselben münden in ein unpaares, an der unteren Fläche des Rückenmarkes gelegenes Gefäss ein, welches in der Schädelhöhle in die beiden *Arteriae profundae cerebri* zerfällt. Jede *Profunda cerebri* anastomosirt mit der *Carotis interna* ihrer Seite. Die beiden inneren Carotiden vereinigen sich in der knorpeligen Schädelbasis zu einem unpaaren Stämmchen, welches nach seinem Eintritt in das *Cavum cranii* in zwei Zweige zerfällt, die sich nach hinten umschlagen, um mit den *Arteriis profundis* zu anastomosiren. An der Umschlagsstelle entspringt die *Arteria ophthalmica*, welche nicht mit dem Sehnerv.

sondern durch einen unter diesem Nerven gelegenen Canal der knorpeligen Seitenwand des Schädels zum Augapfel geht. —

3. Die Beschreibung der Verzweigungen der Aortenäste erlaubt keinen Auszug.

Bei den Rochen ohne elektrische Apparate, aber mit Spritzlochkiemen, werden die arteriellen Verlängerungen der Kiemenvenen, die mit den Spritzlochkiemen in nähere Beziehung treten, ausführlich geschildert, und der Bau der letzteren in Beziehung auf die Frage erörtert: ob die Spritzlochkiemen respirirende Organe sind oder nicht. Es werden Gründe vorgebracht, nicht ohne Gewicht, welche es wenigstens nicht unwahrscheinlich machen, dass die Vorstellung, welche man gegenwärtig über zu- und abführende Gefässe der Nebenkieme aufrecht hält, nicht über allen Zweifel sichergestellt ist. Von besonderem Gewichte erscheint es hiebei, dass die *Arteria ophthalmica*, welche man als eine arterielle Verlängerung der Vene der Spritzlochkieme ansieht, bei den nicht elektrischen Rochen, wie bei den elektrischen ein Zweig der *Carotis cerebralis* ist, die *Arteria ophthalmica autorum* somit etwas anderes als eine *Arteria ophthalmica* sein dürfte. Ich glaube in ihr eine Vene zu sehen, welche venöses Augenblut zur Spritzlochkieme führt. Diese Kieme ist gebaut wie alle übrigen. Sie functionirt also auch so wie diese. Sie kann venöses Augenblut in arterielles umwandeln, und dasselbe in die Bahn der Venen des ersten Kiemensackes leiten, welche gleichfalls arterielles Blut führen. — Alle anatomischen Verhältnisse der Gefässe des Auges, des Gehirns und der Spritzlochkieme wurden einer genauen Revision unterzogen, was für und was gegen meine Ansicht spricht abgewogen, und die definitive Erledigung der Frage auf die nächstens folgende Darstellung der Kopfgefässe bei den Haien vertagt. — Bei den eigentlichen Rochen kreuzt sich die *Arteria carotis cerebralis* mit der gleichnamigen Schlagader der anderen Seite in der Basalplatte des Schädelknorpels, so dass beide die entgegengesetzte Hirnhälfte und das entgegengesetzte Auge versorgen.

4. Das Herz der nicht elektrischen Rochen besitzt vier *Arteriae coronariae*. Sie entspringen aus einer ventralen Verlängerung der Venen des zweiten Kiemensackes, welche sich so weit nach hinten erstreckt, dass sie entweder in die *Arteria subclavia* einmündet, oder mit einem von dieser ausgesendeten Zweige anastomosirt. Die zwei vorderen *Arteriae coronariae* laufen längs des Bulbus zum

Herzen; die zwei hinteren ziehen längs den *Ductus Cuvieri* zur Vorkammer und theilweise zur Kammer.

5. Die Arterien des Darmcanals und der paarigen Baucheingeweide, die Arterien der Brust- und Bauchflossen, des Beckengürtels, des Schwanzes, sind so weit umständlich beschrieben, als es mit Vermeidung nutzloser Ausführlichkeit geschehen konnte. Eine chirurgische Anatomie des Gefäss-Systems zu geben, habe ich nicht im Sinne gehabt.

6. Das contractile Organ, welches J. Davy an den männlichen Geschlechtszangen *(claspers)* der Rochen erwähnt, habe ich an keinem der untersuchten Exemplare finden können. Hiemit ist nur gesagt, dass es mit dem arteriellen Gefässsystem in keiner unmittelbaren Verbindung steht. Bei den gelungensten Injectionen der Beckenarterien der Rochen, welche ich an den Küsten des adriatischen und mittelländischen Meeres im vollkommen frischen Zustande der Thiere vornahm, zeigte sich an keiner der in der Geschlechtszange ramifizirten Arterien irgend etwas, was mit dem von Davy erwähnten, pulsirenden Organe in Verbindung gebracht werden könnte. Es kann desshalb immer noch ein Venenherz oder ein Lymphherz daselbst vorkommen, worauf ich bei der Bearbeitung meines Gegenstandes vor der Hand keine Rücksicht genommen habe.

7. Die Verästlung der *Carotis interna*, so weit sie dem Gehirn angehört, ist keine baumförmige, sondern bildet strahlige Büschel, welche für unipolare Wundernetze erklärt werden.

8. Fünfzehn Präparate, welche im Verlaufe dieser Arbeit angefertigt wurden, und deren einige in den fünf Tafeln, welche die Beschreibungen veranschaulichen, abgebildet sind, werden im Museum für vergleichende Anatomie aufbewahrt, um als Belege für die Richtigkeit der gegebenen Darstellungen zu dienen.

Untersuchungen über das Gesetz des Einflusses der Lufttemperatur auf die Zeiten bestimmter Entwickelungsphasen der Pflanzen, mit Berücksichtigung der Insolation und Feuchtigkeit.

Von dem c. M. **Karl Fritsch**,

Adjuncten der meteorologischen k. k. Central-Anstalt.

(Auszag aus einer für die Denkschriften bestimmten Abhandlung.)

Wenn ich es unternehme, an die Lösung einer Aufgabe zu gehen. mit welcher sich bereits mehrere ausgezeichnete Physiker und Pflanzengeographen beschäftigten, ohne ihre Bemühung durch eine allgemeine Anerkennung der aufgestellten Formeln gekrönt zu sehen, so dürfte es wohl meine Pflicht sein, daran zu erinnern, dass ich mich mit dem Gegenstande der Frage eine lange Reihe von Jahren hindurch unablässig beschäftiget habe und bereits einige Versuche[1]) zur Lösung derselben unternahm, welche in der gegenwärtigen Arbeit eine bestimmtere und fester begründete Bestätigung finden.

Bei einem Gegenstande, der in Österreich fast noch von keinem anderen competenten Forscher in Angriff genommen worden ist und so folgenreich in seiner Anwendung zu werden verspricht, war es wohl angezeigt, von einer möglich vollständigen Darstellung der Literatur auszugehen, ohne den Vorwurf besorgen zu müssen, dass die Arbeit über die Gebühr ausgedehnt worden ist, weil es mir ohne einen solchen Vorgang kaum möglich schien, über die Fragen, auf welche es nach dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntnisse vorzugsweise ankommt, klar zu werden so wie über das zu ihrer Lösung anzuwendende Verfahren.

Die Arbeit beginnt daher mit den bereits bekannten Lehrsätzen der Pflanzen-Physiologie, welche die Pflanze in ihrer Wechselwir-

---

[1]) M. s. insbesondere meine Abhandlung: „Über die periodischen Erscheinungen im Pflanzenreiche“ in den Abhandlungen der k. böhm. Gesellschaft der Wissenschaften. Dann meinen „Kalender der Flora von Prag“, Beilage der Sitzungsberichte der mathem.-naturw. Classe, Jännerheft 1852.

kung mit der Atmosphäre betrachten, hierauf werden die Modificationen erörtert, welche diese Wechselwirkung durch verschiedene Factoren erleidet, und insbesondere der Einfluss der Lufttemperatur und Insolation hervorgehoben, so wie ferner noch jene Modificationen näher betrachtet, welchen die Wirkungsweise der Lufttemperatur durch die Bodenbeschaffenheit, örtliche Verhältnisse und die Hydrometeore ausgesetzt ist.

Wenn ich diese allgemeinen Betrachtungen an die Autorität hochgefeierter Forscher, wie Unger[1]) und Sendtner[2]) knüpfte, so glaubte ich für meine Untersuchungen nur eine um so sichere Grundlage gewonnen zu haben.

Die Pflanzen-Physiologen und Geographen haben aber die von den Physikern aufgestellten Formeln blos angewendet, ohne die Aufstellung eigener zu versuchen. Ich konnte daher nicht vermeiden den Einfluss der verschiedenen Factoren, insbesondere der klimatischen, auf die Wechselwirkung zwischen der Pflanze und atmosphärischen Luft im Allgemeinen, auch vom Standpunkte der Meteorologen zu betrachten, die Ideen von Quetelet[3]) hierüber anzuführen und mir zu erlauben, jene, von welchen ich selbst davon unabhängig ausging, vergleichend anzufügen.

An diese Einleitung schliesst sich nothwendig eine detaillirte Geschichte der Vegetationsbeobachtungen, welche ja erst den Stoff liefern zur Lösung der durch theoretische Betrachtungen angeregten Fragen, und zwar nicht in dem Masse ihrer Anzahl, sondern in jenem ihrer Vervollkommnung, welche bei so complicirten Erscheinungen, wie sie der Vegetationsprocess mit sich bringt, nur das Ergebniss mannigfaltiger und unablässiger Bestrebungen sein kann, deren Erörterung nothwendig ist.

Von dem Impulse zu solchen Beobachtungen ausgehend, der auf Linné zurückreicht, werden die älteren Versuche dieser Art aufgezählt, welche in Österreich noch nicht Eingang gefunden hatten, bevor die k. k. patriotisch ökonomische Gesellschaft zu Prag, wahrscheinlich in Folge einer Anregung der Versammlung deutscher Naturforscher in München im Jahre 1827, das erste Beobachtungs-

---

[1]) M. s. „Die Pflanze und das Licht". Eine Rede, gehalten in der feierlichen Sitzung der k. A. d. W. 1853.

[2]) M. s. „Die Vegetations-Verhältnisse Südbaierns".

[3]) M. s. Sur le climat de la Belgique, Chapitre IV.

system in Böhmen einführte, welches bis zu dem Zeitpunkte der Errichtung der k. k. Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus (1851) fortbestand, aber vorzugsweise nur dazu diente, die Überzeugung zu erlangen, dass der Zeitpunkt zur Vergleichbarkeit der an verschiedenen Stationen angestellten Beobachtungen noch nicht gekommen sei.

Der Gedanke lag nun nahe, meine eigenen, seit 1835 datirenden und in der Umgebung von Prag angestellten Beobachtungen, welche dem gegenwärtig in Österreich geltenden Systeme als Ausgangspunkt dienten, mit den daraus gezogenen Resultaten [1]) einer näheren Betrachtung zu unterziehen, welche ich insbesondere aus dem Grunde für nothwendig hielt, weil sie mir bereits dazu dienten, die Lösung der Aufgabe, welche mich gegenwärtig beschäftiget, schon früher einmal zu versuchen, in meinem Kalender der Flora von Prag, welcher den Sitzungsberichten vom Jänner 1852 beigeschlossen ist; ich konnte nicht unterlassen, auf den wesentlichen Inhalt dieser Arbeit einzugehen, welche in mehr als einer Beziehung zur Begründung und Beleuchtung meiner gegenwärtigen dienen kann.

Die Arbeiten von Quetelet sind, wie allgemein anerkannt ist, so einflussreich auf alle Untersuchungen der Art, dass ich nicht unterlassen konnte, das Wesentliche der Instructionen anzuführen, von welchen sie ausgingen [2]). Theilweise gilt dies auch von den Propositionen, welche sich Quetelet von Spring ausbat.

Die aus meinen Prager Beobachtungen gewonnenen Resultate haben auch zur Entscheidung der Frage geführt, ob es zweckmässiger ist, die Vegetationsbeobachtungen im Freien oder in einem Garten anzustellen. Auf Grund dieser Frage habe ich ein neues Beobachtungssystem und die Instruction hinzu entworfen, welche im Maihefte der Sitzungsberichte 1850 enthalten ist. Sie diente den Beobachtungen zur Basis, welche ich im Jahre 1852 im hiesigen k. k. botanischen Garten begann und die Daten zu meinen gegenwärtigen Untersuchungen lieferten.

---

[1]) M. s. Periodische Erscheinungen im Pflanzenreiche in den Abhandlungen der königl. Gesellsch. der Wissensch. zu Prag, V. Folge, IV. Band, und Kalender der Flora von Prag in den Sitzungsberichten der mathem.-naturw Classe der kaiserl. Akademie der Wissensch. Jänner 1852.

[2]) M. s. Académie royale des sciences et belles-lettres de Bruxelles (tom. IX, n⁰ I, des Bulletins).

Ich konnte mir nicht versagen, anzuführen, dass in Folge der Impulse, die von Quetelet und, wie ich mich freuen darf, von mir ausgingen, in anderen Ländern, wie in Schlesien durch Prof. Göppert und Dr. Cohn in Breslau, durch Dr. Dippe, Mitglied des grossherzoglich meklenburgischen statistischen Bureau in Schwerin, Prof. Hoffmann in Giessen, durch die *British Association for the advancement of science* ähnliche Beobachtungen in das Leben gerufen worden sind und einige Resultate, insbesondere der Beobachtungen, welche von Dr. Cohn in Breslau geleitet werden, anzuführen. Sie vervollständigen das Materiale für einen zweiten, wenn es mir vergönnt sein wird, in einigen Jahren nachfolgenden Theil der Arbeit, welcher die Darstellung der Gesetze des Einflusses der klimatischen Factoren auf die Entwickelung der Pflanzen in ihrer Abhängigkeit von geographischen Verhältnissen zum Gegenstande haben wird.

Sendtner's Bemerkungen über die Methode, die periodischen Erscheinungen an den Pflanzen zu beobachten [1]), haben so wesentlich eingewirkt, meine Beobachtungen auf einen Grad der Genauigkeit zu steigern, wie man ihn bei älteren Aufzeichnungen, sowohl den meinen, als fremden, vergebens sucht, dass eine etwas weitere Exposition derselben um so mehr gerechtfertiget erscheint, als von ihnen die endgiltige Instruction ausging, welche meinen Beobachtungen im Wiener k. k. botanischen Garten zur Grundlage diente, deren wesentlichen Inhalt ich in meiner Arbeit ebenfalls nothwendig anführen musste, um die Pflanzenarten im Allgemeinen und insbesondere die Entwickelungsphasen bestimmt zu bezeichnen und von anderen zu unterscheiden, welche zu einer Untersuchung der Art nicht geeignet schienen.

Indem ich den mittleren Fehler des Datums einer jeder derselben bestimmte, überzeugte ich mich, dass

1. das erste Sichtbarwerden der Laubblattoberfläche,
2. die Entfaltung der ersten Blüthen,
3. das Reifwerden der ersten Früchte und
4. die vollständige Entlaubung jene Phasen seien, welche sich der Zeit nach am genauesten bestimmen lassen.

---

[1]) M. s. Gelehrte Anzeigen der k. Akademie der Wissenschaften in München 1815, Nr. 44—52.

Dieses Resultat war von dem grössten Einfluss auf das seit 1853 datirende Beobachtungssystem in Österreich, welches gegenwärtig bereits 110 Theilnehmer zählt. Die älteren Beobachtungen, welche auch vorzugsweise diese Phasen berücksichtigten, ohne von einer so festen Überzeugung, dass sie sich vor den übrigen empfehlen, auszugehen, lassen sich sonach recht gut an die neueren anschliessen, und man hat sogar bei der letzten Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Wien im v. J. die drei ersten der oben aufgezählten Phasen endgiltig angenommen.

Für meine gegenwärtige Arbeit sind die meteorologischen Beobachtungen eben so wichtig, wie jene über die Vegetation, wenn sie gleich, da sich ihre Methode schon lange festgestellt hat, einer Erörterung weit weniger bedürfen. Ich konnte mir aber nicht versagen, anzuschliessen, welche Anforderungen noch zu erfüllen sind, wenn sie auch in Beziehung auf solche Fragen, wie die mich gegenwärtig beschäftigende, vollständig genügen sollen; ich führe insbesondere an die Wünsche von A. de Candolle und Prof. Hoffmann.

Nach dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntnisse erübriget nichts, als die klimatischen Factoren in eine Rangordnung zu bringen und den Einfluss jener derselben einer näheren Betrachtung zu unterziehen, welche vor den übrigen einen überwiegenden Einfluss auf die Vegetation ausüben; damit beschäftiget sich ein mit „Allgemeine Betrachtung über den Einfluss klimatischer Factoren“ überschriebener Abschnitt.

Bereits im Jahre 1841 konnte ich die herrschende Ansicht durch Beobachtungen bestätigen [1]), dass in dieser Hinsicht die Temperatur der Luft und die Niederschläge in erster Linie stehen, letztere jedoch nur als bedingend für die Wirkungsweise der ersteren und in sofern nicht in demselben Grade wesentlich. Ich war im Stande nachzuweisen, dass die Differenzen der Temperatursummen vom Winter-Solstitium bis zum Tage einer bestimmten Entwickelungsphase in verschiedenen Jahren nahezu constant bleiben, wie die Unterschiede in den Zeiten der Entwickelungsphasen, wenn man sie mit entgegengesetzten Zeichen nimmt, und dass man eben so gut vom Anfang

---

[1]) M. s. „Elemente zu einer Untersuchung über den Einfluss der Witterung auf die Vegetation“ in den Sitzungsberichten der k. böhm. Gesellsch. der Wissensch. vom Jahre 1842.

des Jahres ausgehen könne, um die gewohnte Übersicht der meteorologischen Beobachtungen zu erhalten — jedoch nur die Temperaturgrade über dem Gefrierpunkte zählen dürfe. Ich führe dieses Resultat an, weil es, so wenig man dies bei dem scheinbar so complicirten Einflusse des Klima's auf die Vegetation erwarten sollte, durch meine Untersuchungen neuerdings und zwar, wie schon früher einmal, direct bestätiget wird, indem die längere Fortsetzung der Beobachtungen erlaubte, es nicht blos für die Differenzen von Jahr zu Jahr, sondern für die normalen Summen der Temperatur als giltig nachzuweisen.

Spätere Untersuchungen von Quetelet[1]) und Dove[2]) legen auf den Einfluss der Temperatur ebenfalls das grösste Gewicht und haben ein ähnliches Gesetz desselben aufgestellt. Prof. Hoffmann in Giessen, welcher in neuester Zeit über den Einfluss des Klima's in allen seinen Factoren umfassendere und genauere Untersuchungen angestellt hat[3]), als je ein Forscher vor ihm, ist ebenfalls zu einem, mit dem meinen, wie aus dem Nachfolgenden vollständig einleuchten wird, übereinstimmenden Resultate gelangt, indem er den Sonnenschein, also Wärme und Licht, und den Regen, also die Feuchtigkeit als die einflussreichsten Factoren aufstellt.

Ein folgender Abschnitt beschäftiget sich nun mit der Darstellung der Temperatur-Formel, welche von verschiedenen Forschern aufgestellt worden ist. Réaumur und nach ihm Cotte so wie Boussingault hielten die einfache Summe der Temperatur, ohne meines Wissens den Anfangspunkt derselben für andere als annuelle Pflanzen näher zu bezeichnen, für ausreichend, welche Ansicht von mehreren Forschern, wie A. de Candolle, Lachmann und Cohn, bis gegenwärtig getheilt worden ist.

Quetelet in Brüssel hat die Summe der Temperatur nicht aus den einfachen Tagesmitteln über Null, sondern den Quadraten derselben gebildet und in zwei Summanten getheilt, von welchen der eine für den Zeitraum vorübergehender Einwirkung im Winter, der andere für jenen seit dem Aufhören der letzten Fröste gilt.

---

[1]) M. s. Sur le climat de la Belgique. Chaprite IV. Annales de l'Observatoire. Bruxelles 1846.

[2]) M. s. Über den Zusammenhang der Wärmeänderungen mit der Entwickelung der Pflanzen, in den Abhandlungen der Berliner Akademie 1846.

[3]) M. s. dessen Grundzüge der Pflanzenklimatologie.

Bei dem hohen Ansehen, dessen sich Quetelet mit Recht erfreut, konnte ich nicht vermeiden, die Bedingungen, an welche er seine Formel knüpft, näher zu erörtern, die Versuche ihrer Anwendbarkeit, insbesondere jene die von mir ausgingen, anzuführen und Alles, was von verschiedenen Forschern, z. B. Schleiden für und von Cohn, Lachmann gegen dieselbe angeführt worden ist.

Die von de Gasparin und Babinet aufgestellten Formeln kommen darin überein, dass sie für jede Pflanzenart die Bestimmung jenes Temperaturgrades voraussetzen, bei welchem der Einfluss der Lufttemperatur beginnt, sie unterscheiden sich aber dadurch, dass Babinet einen der beiden Factoren, aus welchen sie bestehen, die um die Anfangstemperatur verminderte mittlere Temperatur und die Zahl der Tage des Zeitraumes, für welchen sie gilt, und zwar den letzteren ins Quadrat erhebt.

Die Frage nach der Realität der sogenannten Nullpunkte oder Anfangstemperaturen der Pflanzen ist eine so wichtige und einflussreiche, dass ich es für nothwendig hielt, sie von allen Seiten zu beleuchten und insbesondere anzuführen, was A. de Candolle[1]) zu ihrer Aufrechterhaltung unternommen und dagegen von Professor Hoffman angeführt wird, um ihre Realität in Zweifel zu ziehen. Ich habe noch beigefügt meine eigenen Versuche, diese Anfangstemperaturen zu bestimmen.

Die Temperatur der Luft ist zur Zeit ihres Einflusses auf die Vegetation in der weit überwiegenden Anzahl von Fällen mit Sonnenschein combinirt, eine nähere Betrachtung des Einflusses der Insolation schliesst sich daher nothwendig jener über den Einfluss der Temperatur an, zumal gerade die wichtigsten Erscheinungen des Pflanzenlebens, wie die Blüthe und Fruchtreife, wesentlich durch die Insolation bedingt sind. Ich gelangte leider zur Überzeugung, dass die bisher zur Bestimmung derselben verwendeten Instrumente, insbesondere die Thermometer, weder an sich noch in Beziehung auf die der Insolation ausgesetzten Pflanzen als Mass derselben dienen können; es wurde mir daher inleuchtend, wie die Versuche, die Angaben der den Sonnenstrahlen ausgesetzten Thermometer in Rechnung zu bringen, nothwendig scheitern mussten und der halbe Unterschied des täglichen Maximums und Minimums der Lufttemperatur

---

[1]) M. s. Geographie botanique.

im Schatten noch am geeignetsten erscheine, als Mass der Insolation zu dienen.

Ein Trost war es für mich wieder andererseits, zur Einsicht zu gelangen und bei A. de Candolle eine Bestätigung dafür zu finden, dass man mit Rücksicht auf den Grad der Genauigkeit, welcher bei derlei Untersuchungen auf dem gegenwärtigen Standpunkte unserer Kenntnisse beansprucht werden kann, diesen Factor ohne Bedenken vernachlässigen könne.

Dem letzten noch erübrigenden, eminenten klimatischen Factor, der Feuchtigkeit nämlich, glaubte ich dadurch Rechnung zu tragen, dass ich in einer der Formeln, welche schon a priori die meisten Gründe ihrer Stichhältigkeit für sich hatte, nämlich in jener von Boussingault, den Temperaturen des trockenen Thermometers jene des nassen am Psychrometer substituirte, und so entstand eine neue, von mir selbst aufgestellte Formel.

Es sind somit im Ganzen fünf Formeln, welche an den Beobachtungen zu prüfen waren. Bevor ich jedoch diese Prüfung vornehmen konnte, musste ich entscheiden, von welchem Zeitpunkte aus die Summirung der Temperaturgrade zu beginnen habe, ich musste ferner auf ein Mittel bedacht sein, die Nullpunkte für die zu untersuchenden Pflanzenarten zu bestimmen. Indem ich vorerst durch die Wahl von annuellen Pflanzen die Schwierigkeiten in ersterer Beziehung umging, da bei diesen über den Zeitpunkt, von welchen man auszugehen hat, kein Zweifel obwaltet, musste ich wieder verzichten auf den Vortheil, alle Formeln auf gleiche Weise einer Prüfung zu unterziehen, da ich vergeblich die bei den Formeln von de Gasparin und Babinet vorausgesetzten Nullpunkte zu bestimmen versuchte.

Es war also nothwendig, auf die lignosen Pflanzen überzugehen, welche ich unter den übrigen Pflanzen allein auch in solchen Phasen der Entwickelung beobachtete, die sich dem Erwachen aus dem Winterschlafe zunächst anschliessen. Ich habe die Gründe entwickelt, die mich bestimmten, anzunehmen, dass die mittlere Temperatur des Zeitraumes, welcher zwischen dem ersten Sichtbarwerden der hellen Zonen an den Knospenschuppen und dem ersten Hervorbrechen der Laubblattspitzen aus der Knospenhülle, verstreicht, welche natürlich bei jeder Art eine andere ist, dem sogenannten Nullpunkte der Pflanze entspreche und gezeigt, dass man zu dieser Bestimmung nur

jene Tagestemperaturen verwenden dürfe, welche sich über den Gefrierpunkt erheben.

Ich habe diese Nullpunkte, welche nach Verschiedenheit der Art zwischen + 4° bis + 7° Grad schwanken, für jede derselben nicht allein aus den eigenen, mehrere Jahre hindurch angestellten Beobachtungen für jedes einzelne Jahr, sondern auch aus jenen an anderen Orten angestellten zu bestimmen gesucht, die einzelnen Bestimmungen für jede Art in ein Mittel vereint und den Fehler desselben ermittelt. Zur Prüfung der Formeln wurden sodann nur die Daten von jenen Arten benützt, bei welchen der Fehler des Nullpunktes ± 1° nicht überstieg.

Es war dies bei folgenden Pflanzen der Fall: *Acer Pseudoplatanus*, *Aesculus Hippocastanum*, *Catalpa syringaefolia*, *Corylus Avellana*, *Philadelphus coronarius*, *Prunus Padus*, *Ribes Grossularia*, *Sambucus nigra*, *Syringa vulgaris*, *Ulmus campestris*.

Von diesen Pflanzen, welche im Wiener k. k. botanischen Garten beobachtet wurden, sind die Tage der oben bereits angeführten Entwickelungsphasen für die Jahre 1853 bis 1856 zusammengestellt. Da die Beobachtungen immer an denselben Individuen ausgeführt worden sind, so kann die Wirkungsweise aller anderen Factoren als der klimatischen in den einzelnen Jahren als nahezu constant angenommen werden. Die Abweichungen der einzelnen Daten von ihrem Gesammtmittel entsprechen daher den klimatischen Differenzen der einzelnen Jahre.

Ich berechnete hierauf für die normalen Daten die Temperatur-Constanten nach allen fünf Formeln, bei allen von übereinstimmenden Anfangspunkten der Zeit ausgehend, wofür die Gründe entwickelt sind, und indem ich nachrechnete, an welchen Tagen in den einzelnen Jahren dieselben den normalen Werth erreicht haben würden und dieselben mit den Beobachtungs-Daten verglich, ergaben sich die Fehler in Tagen. Die Resultate dieser Prüfung lassen sich in folgende Sätze zusammenfassen:

1. Kleine, innerhalb der Grenzen für die Sicherheit der Beobachtung liegende Fehler sind bei allen Formeln die zahlreichsten, extravagante, wenn auch nur einzelne, kommen blos bei den Formeln von de Gasparin und Babinet vor.
2. Bei allen Formeln fällt reichlich die Hälfte der Fehler zwischen die Grenzen der Beobachtungsfehler = ± 3 Tage, es erklärt

sich somit, wie die Ansichten hierüber so lange getheilt bleiben konnten. Die Formel von Quetelet gibt in den meisten Fällen die kleinsten Fehler.

3. Die Summe der Fehler, wohl das entscheidendste Moment, ist bei der Formel von Boussingault, dann bei meiner am kleinsten, am grössten bei den Formeln von de Gasparin und Babinet.

Es ist somit einleuchtend, dass die beiden letzteren den übrigen nachstehen, es bleiben daher nur noch jene von Boussingault, mir und Quetelet zur Auswahl übrig. Meine setzt Psychrometerbeobachtungen voraus, welche in Vergleiche zu einfachen Thermometerbeobachtungen nur selten und noch seltener mit der gehörigen Vorsicht und Sorgfalt angestellt worden. Nach der Formel von Quetelet ist die Berechnung der Constanten sehr mühsam, da man die einzelnen Tagestemperaturen erst ins Quadrat erheben muss. Es empfiehlt sich daher am meisten die einfache Formel von Boussingault, welche im Grunde schon Cotte und Réaumur aufgestellt hat, wonach die Temperatursumme von einem passenden Zeitpunkte anzufangen, z. B. für die Belaubung vom Anfange des Jahres, für die Blüthe vom Tage der ersten Belaubung u. s. w. gezählt — eine Constante der Entwickelungsphasen ist.

Diese Wahl stimmt auch mit den Ansichten und Forschungen von De Candolle, Cohn, Lachmann und Hoffmann überein, und selbst Quetelet bedient sich der erwähnten Formeln neben seiner eigenen.

Ihre Einfachheit verspricht eine sehr folgenreiche Anwendung, und es kann nun keinem Zweifel unterliegen, dass die Aufzeichnungen über die Entwickelungsphasen solcher Pflanzenarten, und deren gibt es sehr viele, welche von anderen als klimatischen Factoren sehr wenig abhängig sind, einen Total-Ausdruck des Klima's geben, welcher bei den allgemein verbreiteten Pflanzen früher und sicherer zur Kenntniss der Abstufungen des Klima's in einem Lande führen wird, als man auf irgend einem anderen Wege dahin gelangen kann, so wie man anderseits aus den Temperatur-Beobachtungen eines Ortes die Frage sofort entscheiden kann, welche Pflanzen mit der Aussicht auf einen lohnenden Erfolg an irgend einem Orte angebaut werden können.

Um hiezu schon gegenwärtig ein Scherflein beizutragen, schliesse ich unter dem Titel: „Kalender der Flora von Wien" ein Verzeichniss von einigen Hundert im hiesigen botanischen Garten in den Jahren 1852—1856 beobachteten Pflanzen bei, welches die normalen Tage für die bekannten vier Phasen der Entwickelung und den mittleren Fehler der Bestimmung enthält, und füge noch eine Tafel bei, welche für alle Tage des Jahres die vom Anfange des Jahres fortlaufenden normalen Temperatursummen dieses Zeitraumes ersichtlich macht.

Ich kann nicht anders schliessen, als indem ich den hochverehrten Akademikern, meinem Vorstande Herrn Director K. Kreil und dem Director des k. k. botanischen Gartens, Herrn Professor E. Fenzl, meinen verbindlichsten Dank ausspreche für die Unterstützung, welche sie meiner Arbeit, wenn auch meistens nur indirect wie sie in ihrer Anspruchslosigkeit einwenden werden, angedeihen liessen.

Physische Zusammenkunft der Planeten Amphitrite und Melpomene im November 1857.

Von dem w. M. **Karl v. Littrow.**

Bei der weiteren Durchführung meiner Untersuchung über die Möglichkeit bedeutender gegenseitiger Näherung der Planeten zwischen Mars und Jupiter, bin ich auf eine so bald und unter so günstigen Umständen sich ereignende Zusammenkunft von Amphitrite und Melpomene gekommen, dass ich nicht umhin kann, dieselbe vorläufig bekannt zu geben. Die wechselseitigen Entfernungen dieser Planeten betragen:

1857 Oct.	28.	0·1294
Nov.	7.	0·1190
„	17.	0·1146
„	27.	0·1212
Dec.	7.	0·1329

in Einheiten der halben grossen Erdbahnaxe. In ihrem kleinsten gegenseitigen Abstande am 17. November, sind sie etwa 2·3 Millionen geographischer Meilen von einander entfernt. So unwahrscheinlich bei solcher Distanz eine merkliche Störung auch ist, glaube ich doch die Aufmerksamkeit mit grossen Fernröhren versehener Astronomen rechtzeitig auf die genannten Himmelskörper richten zu müssen. Die beiden Planeten gehen um jene Zeit beiläufig gegen 2^h nach Mitternacht auf, und da sie nicht eben zu den kleinsten Asteroiden gehören, so wird deren Beobachtung um so weniger einer besonderen Schwierigkeit unterliegen, als gerade auf die interessanteste Zeit, in der Mitte Novembers, der Neumond trifft.

Andere Zusammenkünfte derselben Art, auf die ich für das laufende Jahr geleitet wurde, wie:

Euterpe	— Juno	im Januar
Fortuna	— Thalia	„ März
Bellona	— Calliope	„ Mai
Amphitrite	— Vesta	„ Juli
Fides	— Polyhymnia	„ August

habe ich nicht für nöthig gehalten in ähnlicher Weise vorher anzuzeigen, weil bei denselben die betreffenden Planeten um jene Zeiten nahe in Conjunction mit der Sonne sich befinden, oder sonst unsichtbar sind.

Ich habe sichere Aussicht, bald weitere Voraussagen solcher Zusammenkünfte von Planeten mittheilen zu können, die schon in den nächsten Jahren sich ereignen und durch weit geringere gegenseitige Entfernungen als die oben besprochene sich auszeichnen.

Ein geologischer Durchschnitt der Alpen von Passau bis Duino.

Von dem c. M. **Franz v. Hauer.**

(Mit IV Tafeln.)

(Vorgetragen in der Sitzung am 8. Jänner 1857.)

I. Geschichte der Ausführung.

Als zu Anfang des Jahres 1855 der Plan festgestellt wurde, nach welchem im kommenden Sommer die Aufnahmsarbeiten der k. k. geologischen Reichsanstalt vorgenommen werden sollten, war die geologische Detailaufnahme des östlichen Theiles der Alpenkette in Kärnten nach Süden bereits über die krystallinische Centralaxe des Gebirges, nämlich bis über den Parallelkreis von Klagenfurt und über das Gailthal hinaus vorgerückt. Die Aufnahmen des Sommers sollten den südlichsten Theil von Kärnten und einen kleinen Theil der venetianischen Alpen mit umfassen. Von diesem Endpunkte bis zum adriatischen Meere war nur mehr ein verhältnissmässig wenig breiter Landstreifen übrig, aus welchem keine neueren Untersuchungen vorlagen. Unter diesen Umständen schien es ausführbar einen geologischen Durchschnitt anzufertigen, welcher, von N. nach S. die ganze Alpenkette durchschneidend, ein auf wirkliche Beobachtungen basirtes Bild ihrer geologischen Zusammensetzung darbieten sollte.

Die Ausführung dieser Arbeit wurde mir übertragen; ich wählte die Linie dergestalt, dass sie einerseits die am sichersten untersuchten Gegenden berührte und andererseits möglichst viele verschiedenartige Gebilde traf, und opferte diesen beiden Rücksichten lieber die streng gerade Richtung auf.

Für den nördlichsten Theil des Durchschnittes, von der Donau bis in die Gegend von Riedau, benützte ich die Aufnahmen, die ich

selbst im Sommer 1853 in Gesellschaft der Herren Dr. Peters, E. Suess und H. Wolf ausgeführt hatte; für die Linie von Riedau bis Vöklabruck lagen die Aufnahmen von Hrn. J. Kudernatsch vom Jahre 1852 vor, von Vöklabruck bis zum Gosaubach bei Hallstatt benützte ich grösstentheils die Aufnahmen Lipold's vom Jahre 1852, zum Theile aber auch Beobachtungen, die ich 1855 in der Umgegend von Gmunden und Ebensee angestellt hatte, und eine Aufnahme der nächsten Umgegend von Ischl, die ich 1853 in Gesellschaft des Herrn E. Suess anfertigte. Eine Untersuchung des Hallstätter Salzberges unternahm ich 1853 ebenfalls mit Hrn. E. Suess und dieser vollendete im selben Jahre weiterhin allein den Durchschnitt über den Dachsteingipfel bis Schladming im Ennsthale. Der Abschnitt der weiter unten folgenden Beschreibung der Durchschnittslinie, der sich auf das Dachsteingebirge bezieht, ist von ihm selbst verfasst.

Von Schladming macht der Durchschnitt, entlang der Zone der Grauwackenschiefer, einen Sprung nach Westen in die Gegend von St. Johann im Salzachthale, wodurch es möglich wurde die Centralmasse des Ankogels in denselben mit einzubeziehen. Diesen Theil von St. Johann bis St. Daniel im Gailthale fertigte Hr. D. Stur nach seinen eigenen Aufnahmen und nach jenen der Herren M. Lipold und Dr. Peters vom Jahre 1853.

Von St. Daniel im Gailthale springt die Durchschnittslinie, entlang dem Glimmerschiefer des Gailthales, wieder zurück nach Osten in die Gegend von Feistritz, also ungefähr zum selben Meridian, dem ihr nördlicher Theil im Allgemeinen folgt. Die Strecke von St. Daniel bis zum Predielpass ist nach den Aufnahmen von Hrn. Foetterle vom Jahre 1855 gefertigt, und auch ich habe, von ihm geführt, diese Strecke im selben Jahre begangen. — Die südlichste Strecke endlich vom Predielpasse bis zum adriatischen Meere bei Duino habe ich selbst im Jahre 1855 aufgenommen.

Die erste Zeichnung des Durchschnittes wurde in dem Massstabe von 400 Klaftern auf den Zoll entworfen, demselben also, nach dem die Original-Aufnahmskarten des k. k. General-Quartiermeisterstabes, die auch zu den Einzeichnungen bei den Aufnahmen der k. k. geologischen Reichsanstalt zu Grunde gelegt werden, gefertigt sind. Derselbe Massstab wie für die Horizontal-Distanzen ist auch für die Höhen beibehalten. Bei der bedeutenden Länge, etwas über

43 Meilen, welche der ganze Durchschnitt erreicht, schien es wünschenswerth die Grundlinie (das Meeresniveau) nicht als Horizontale, sondern in ihrer wahren, von der Krümmung der Erdoberfläche bedingten Gestalt darzustellen, ähnlich wie dies von Verneuil und Collomb bei ihrem schönen Durchschnitt durch ganz Spanien geschehen ist [1]. Der Unterschied der geographischen Breite von Passau (48° 36′) und Duino (45° 48′) beträgt 2° 48′. Die grösste Entfernung unserer Grundlinie von der horizontalen in der Mitte des Durchschnittes am Gamskaarberg berechnet sich demnach an nahe 1025 Klafter.

Für die dieser Abhandlung beigeschlossene Tafel wurde die Originalzeichnung auf den fünften Theil ihrer Grösse reducirt; der Massstab beträgt demnach 2000 Klafter auf einen Zoll, oder $^1/_{144000}$ der Natur, wie bei den publicirten Specialblättern der Karten des k. k. General-Quartiermeisterstabes. Auch bei dieser Reduction wurde das gleiche Mass für Höhen- und Horizontal-Distanzen beibehalten.

II. Frühere analoge Arbeiten.

Nur sehr wenige ähnliche Arbeiten aus früherer Zeit, die sich über die ganze östliche Alpenkette erstrecken, liegen vor. Die bedeutendsten darunter sind:

1. Der Idealdurchschnitt der östlichen Alpen aus dem Donauthale über die Salzburger Alpen, die Tauernkette, die östliche Kette des Grossglockners, die Karnischen Alpen und die Ebene von Venedig bis zum adriatischen Meere, welchen die Herren Murchison und Sedgwick im Jahre 1831 veröffentlichten [2]. In der berühmten Abhandlung, welcher dieser Durchschnitt beigegeben ist, hat Murchison mit dem übersichtlichen Blicke des Meisters, der alle seine Arbeiten charakterisirt, die Resultate eigener Beobachtungen mit den Thatsachen zusammengefasst, welche ihm gewissenhafte im Lande heimische Forscher, namentlich unser verewigter Partsch, geliefert hatten. Diese so wie die ungefähr gleichzeitigen Publicationen

---

[1] Verneuil et Collomb. Coup d'oeil sur la constitution géologique de quelques Provinces de l'Espagne. Bulletin de la société géologique de France II. Ser. T. X. p. 61, pl. II.

[2] A sketch of the structure of the eastern Alps, Transactions of the London Geological society, 2d. Ser. Vol. III. pag. 301, Tab. XXXVI. Fig. 1.

von Boué und Lill werden unvergessen bleiben bei allen Fortschritten, welche die Kenntniss unserer Alpen machen kann [1]). Eine Copie des bezeichneten Durchschnittes, der mit Ausnahme der Gosaulager, welche er nur in den Nordalpen verzeichnet, sämmtliche Schichtgebirge auf der Nord- und Südseite der Centralbecken vollkommen gleichmässig entwickelt darstellt, erschien auch in den Tafeln zur Statistik der österreichischen Monarchie.

2. Ein Profil, welches Herr F. v. Rosthorn anfertigte und im Jahre 1836 bei der allgemeinen Versammlung deutscher Naturforscher in Freiburg vorlegte, und das sich gegenwärtig in dem naturhistorischen Landesmuseum von Kärnten in Klagenfurt befindet [2]).

---

[1]) Die Überzeugung, die ich hier ausspreche, wird gewiss von allen unseren Alpenforschern getheilt; ich muss dies ausdrücklich hervorheben, da durch ein mir nicht begreifliches Missverständniss der ausgezeichnete englische Geologe Herr W. J. Hamilton bei der Jahresrede, die er als Präsident der Londoner geologischen Gesellschaft am 16. Februar 1855 hielt, gelegentlich einer sehr wohlwollenden Besprechung meiner Abhandlung über die Gliederung der Trias-, Lias- und Juragebilde der nordöstlichen Alpen und jener von Herrn E. Suess über die Brachiopoden der Kössener Schichten, uns den Vorwurf macht, wir hätten in denselben der Arbeiten Murchison's gar nicht gedacht (Quarterly Journal of the London geological Society, 1855 XI. Nr. 42, p. LXVIII). Derselbe habe schon auf seiner Karte der östlichen Alpen eine abgesonderte Reihe von Schichten zwischen den alten Schiefergesteinen und den jüngeren Lias- und Oolithgesteinen auf der Nord- und Südseite der Alpen verzeichnet, und dieselbe der Triasformation zugewiesen. Aber gerade dieser Umstand ist auch in meiner Abhandlung hervorgehoben, indem in derselben (Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt, IV. S. 717) ausdrücklich angegeben ist, die Karte der Herren Sedgwick und Murchison sei die einzige unter den älteren Karten, welche den bunten Sandstein nicht blos an einigen vereinzelten Punkten am Nordrand der Kalkalpen angebe. Ebenso ist (pag. 719) angeführt, dass die Herren Sedgwick und Murchison die ersten waren, die es wahrscheinlich zu machen suchten, dass die Salzablagerung von Berchtesgaden den Werfener Schiefern angehöre. Überdies ist die ganze erwähnte Abhandlung gewissermassen nur als Erweiterung zu früheren ähnlichen Arbeiten zu betrachten (Über die Gliederung der geschichteten Gebirgsbildungen in den östlichen Alpen und den Karpathen, Sitzb. d. kais. Akad. der Wissensch. IV, S. 274; und: Über die geognostischen Verhältnisse des Nordabhanges der nordöstlichen Alpen zwischen Wien und Salzburg, Jahrb. d. k. k. geologischen Reichsanstalt I. S. 17), deren Angaben und Citate nicht noch einmal alle wiederholt werden sollten. In diesen Abhandlungen, sowie in allen meinen übrigen Publicationen wird man an überaus zahlreichen Stellen Berufungen auf die so hochwichtigen Arbeiten Murchison's finden. Aber auch Herr Suess endlich hat, wo er auf die Abhandlung der Herren Sedgwick und Murchison verweisen konnte, dies zu thun nicht unterlassen, wie Seite 2 seiner erwähnten Abhandlung beweist.

[2]) Jahrbuch des naturhistorischen Landesmuseums von Kärnten, II. Jahrgang, S. 196.

Dasselbe läuft von Enns an der Donau über Steyer, das Prielgebirge, Lietzen, den Triebenstein, Judenburg, die Saualpe, Völkermarkt im Drauthale, Laibach, Adelsberg nach Fiume. Es ist nicht sowohl nach theoretischen Ansichten, als vielmehr nach directen Untersuchungen gefertigt, und gibt ein gewiss rühmendes Zeugniss von der Thatkraft und dem Unternehmungsgeiste seines Verfassers, der es durchaus nach eigenen selbständigen Beobachtungen anfertigte. Seiner Zeit veröffentlicht hätte es einen wesentlichen Fortschritt der Kenntnisse bedingt.

Weit ansehnlicher ist natürlich die Zahl jener Profile, welche sich auf einzelne Theile der östlichen Alpenkette beziehen. Ich muss mich darauf beschränken nur einige der wichtigsten jener zu erwähnen, welche ausgedehntere Partien der ganzen Kette zur Darstellung bringen und in der Nähe der Linie unseres Profiles liegen. Dahin gehören:

1. Die zwei bekannten Durchschnitte von Lill v. Lilienbach [1], der erste von Kressenberg in Baiern über den Untersberg, Hallein, das Rossfeld, den Hochgöll, das Hagengebirge, Werfen nach Bischofshofen; und der zweite von Mattsee über Elixhausen, den Gaisberg, das Wiesthal, den Schmidtstein, Scheffau und das Tännengebirge bis Werfenweng. Beide durchschneiden demnach die ganzen nördlichen Kalkalpen; sie sind durchgehends auf eigene Beobachtungen des Verfassers begründet, und gehören jedenfalls zu den trefflichsten der älteren Arbeiten, die wir über unsere nordöstlichen Alpen besitzen.

2. Der Durchschnitt von A. von Morlot, von Traunstein in Baiern bis Mallnitz [2]. Im nördlichen Theile schliesst er sich dem ersten Lill'schen Durchschnitte an, und läuft über Teisenberg, den Untersberg, Hallein, den ewigen Schneeberg und Dienten nach Lend an der Salza; weiter nach Süd verfolgt er so ziemlich die Linie unseres Durchschnittes und geht über den Gamskaarkogel und Ankogel bis Mallnitz.

3. Der Durchschnitt vom steinernen Meer bei Dienten über die ganze Centralkette bis zum Rauhkofel auf der Südseite des Drauthales, den Credner in seiner sehr werthvollen Abhandlung über die

---

[1] v. Leonhard und Bronn's Jahrbuch für Mineralogie u. s. w. 1830, Taf. 3 und 1833, Taf. 1.

[2] Erläuterungen zur geologischen Übersichtskarte der nordöstlichen Alpen. Wien 1848.

Centralkette der Alpen in Ober-Kärnten und Salzburg veröffentlichte [1]).

4. Die Durchschnitte, mit deren Anfertigung die Untersuchungen der k. k. geologischen Reichsanstalt in den österreichischen Alpen begonnen wurden. Den Zweck der Arbeit, die Richtung der einzelnen Linien, und die Art, in welcher sie ausgeführt werden sollten, hat Haidinger seiner Zeit mitgetheilt [2]). Die gefertigten Durchschnitte selbst werden in dem Archive der k. k. geologischen Reichsanstalt aufbewahrt; eine allgemeine Übersicht der gewonnenen Resultate bieten die Berichte der einzelnen mit der Ausführung betraut gewesenen Geologen [3]).

5. Der Durchschnitt, den Studer veröffentlicht, von Dienten bis Kressenberg [4]).

6. A. Boué. Durchschnitt von Görz nach Tarvis in Kärnten [5]). Dieser Durchschnitt, wenn er auch nicht durch eine Zeichnung versinnlicht wurde, muss doch hier um so mehr erwähnt werden, als er grossen Theiles dieselbe Gegend berührt, wie der südliche Theil unseres Profiles.

7. Die zahlreichen von Stur, Dr. Peters und Lipold mitgetheilten Durchschnitte aus den Centralalpen und angrenzenden Gegenden [6]).

Schon weiter entfernt von der Gegend, auf welche sich die vorliegende Arbeit bezieht, aber doch sehr wichtig zur Vergleichung ist der Durchschnitt der Alpen von Tegernsee in Baiern bis Schwatz in Tirol von Leopold v. Buch [7]), jener des nördlichen Abhanges der Alpen in Salzburg und Tirol von der Centralkette bis zum Alpenkalke von J. v. Russegger [8]), der von Grossau bis zum Leopoldsteiner See bei Eisenerz von F. Unger [9]), der von Baden über den

[1]) v. Leonhard und Bronn's Jahrbuch, 1850, S. 513, Taf. V, Fig. I.
[2]) Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt, I, S. 9.
[3]) Ebendaselbst S. 617.
[4]) Geologie der Schweiz, I, S. 120.
[5]) Aperçu sur la constitution géologique des Provinces Illyriennes; Mémoires de la société géologique de France, Tom. II, p. 43.
[6]) Jahrbuch der k. k. geologischen Reichanstalt, V, Taf. I bis Taf. VI.
[7]) Abhandlungen der k. preuss. Akademie d. Wissenschaften. Sitzung v. 27. März 1828.
[8]) v. Leonhard und Bronn's Jahrbuch u. s. w. 1835, S. 505.
[9]) v. Leonhard und Bronn's Jahrbuch u. s. w. 1848, Taf. V.

Aninger dann Gablitz und Königstetten bis zur Donau von J. Čjžek[1]), der von Sonthofen nach St. Jacob im Stanzenthale von Escher[2]), der von der Cima d'Asta über die Sette communi bis Bassano von Zigno[3]), viele der Durchschnitte in Studer's Geologie der Schweiz, dann jene aus den Tiroler Alpen, die der geognostischen Karte dieses Landes beigegeben wurden u. s. w.

III. Höhen.

Die einzelnen Höhen, die zur Construirung der Durchschnittslinie benützt sind, wurden zum Theile den älteren trigonometrischen und barometrischen Messungen, zum grössten Theile aber den zahlreichen barometrischen Messungen, welche gleichzeitig mit der geologischen Aufnahme von den Geologen der k. k. geologischen Reichsanstalt ausgeführt worden, entnommen. Es folgt hier zunächst das Verzeichniss dieser Höhen, welche entweder auf dem Durchschnitte selbst liegen, oder doch ihrer geringen Entfernung von demsellben wegen Anhaltspunkte zu seiner Darstellung gaben. Dieselben sind in der Reihenfolge von Norden nach Süden aufgeführt. Ihre Gesammtzahl beläuft sich auf 176, von denen 70 (sie sind mit einem * bezeichnet) auf der Linie des Durchschnittes selbst liegen.

Bezüglich jener Höhen, welche hier zum ersten Male veröffentlicht werden, habe ich nur noch zu bemerken, dass diejenigen aus dem nördlichen Theile des Durchschnittes, die von mir selbst, Herrn Suess und Herrn Wolf gemessen worden, von dem Letzteren nach den correspondirenden Beobachtungen an der Sternwarte zu Kremsmünster berechnet wurden. Die von Herrn Suess gemessenen Höhen des Dachsteinstockes wurden ebenfalls von Herrn Wolf nach correspondirenden Beobachtungen, die Herr Bergmeister von Roithberg zu Alt-Aussee anstellte, gerechnet, nachdem die Seehöhe des letzteren Punktes durch Vergleichung der Monatsmittel der Barometerstände zu Kremsmünster und Alt-Aussee für ein ganzes Jahr zu 2999·2 Fuss festgestellt worden war. Die im Isonzogebiete und der Umgegend von Görz von mir gemessenen Höhen endlich hat Herr Dr. Lukas, Assistent am k. k. meteorologischen Institute, nach den correspondirenden Beobachtungen zu Triest berechnet.

---

[1]) Geognostische Karte der Umgebungen Wien's.

[2]) v. Leonhard und Bronn's Jahrbuch u. s. w. 1845, Taf. V.

[3]) W. Haidinger's Naturwissenschaftliche Abhandlungen, IV, S. 1.

	Gemessen von	Berechnet von	Seehöhe in W. Klft.	Gebirgsart
Donauspieg. b. Schlögen, Passau SO.	Hauer	Wolf	141·2	Gneiss
* Sontagsfeld, Anhöhe Freienberg N.	Δ	Δ	232·6	Tertiärschotter
Ober-Esternberg, Kirchthurm . .	Δ	Δ	269·2	Gneiss
* Wiedecker N. Asing S. Schottergrube	Hauer	Wolf	270·7	Tertiärschotter Nahe an der Grenze gegen Gneiss
Schardenberg, Kirchthurm . . .	Δ	Δ	307·6	Gneiss
Viechtenstein, Schlosshof	Hauer	Wolf	281·2	„
Grosser Haugstein, Engelhartszell W.	„	„	468·3	„
Stadl. Bauernhaus, Engelhartszell SW.	„	„	376·7	„
Stuhlberg, Bauernhaus, Engelhartszell SW.	„	„	288·4	„
Edt Bauernhaus, St. Egidy NW. .	Suess	„	304·7	„
Kallberg, St. Egidy W.	„	„	391·0	„
* Banzen, Münzkirchen S.	„	„	286·9	Tertiärschotter
St. Jakob, Münzkirchen S. Bach an d. Kirche	„	„	236·6	„
Wienering W. Schliergrube . . .	Hauer	„	238·0	Grenze v. Schlier und Schotter
Schardingerholz W.	„	„	283·0	Quarz, Conglomerat-Blöcke
Kenading, Siegharding NO. . . .	Wolf	Wolf	190·7	Sandiger Schlier
* Siegharding.	„	„	186·4	Diluvial-Gerölle
Andorf, Siegharding SW.	„	„	181·9	Tert. Sand
* Andorf O. Bergrücken	Δ	Δ	245·0	„ „
Raab	Wolf	Wolf	196·2	Schlier
* Zell.	„	„	196·9	„
* Riedau	„	„	203·2	„
* Limbergerwald, Traiskirchen SO.	„	„	254·6	Schlier u. Quarzconglomerat
Pram	„	„	231·6	Schlier nahe gegen den Schotter
Haag	Pillw.	Pillw.	216·4	Schlier
Schernham S.	Wolf	Wolf	305·6	Grenze d. Schlier gegen Schotter
Hofbrunn Bg. Haag SW.	Δ	Δ	395·1	Schotter
Kreuzhöhe höchster Pkt. a. Kobernauser Wald.	Hauer	Wolf	405·3	„

	Gemessen von	Berechnet von	Seehöhe in W. Klft.	Gebirgsart
Steigelberg Kobernausen S. [1) . .	Δ	Δ	406·8	Schotter
Wolfsegg SW. Schliergrube . . .	Simon.	Simon.	300·0	Schlier wenig unter d. Ligniten
* Vöklabruck.	Kreil	Kreil	210·2	Alluvium
Unter-Regau, Vöklabruck SO. . .	Lipold	Kořist.	222·0	„
Aurachkirchen	„	„	239·4	Tertiärschotter
Seewalchen	„	„	202·7	„
* Aurach	„	„	253·2	„
Gaberg, Capelle S. v. Schörfling .	„	„	455·9	Wr. Sandstein
Hochöd, Gmunden SW.	„	„	333·8	„
* Hochkreithberg	„	„	511·9	„
Neukirchen am Aurachbach . . .	„	„	290·9	„
Grossalpe am Aurachbach . . .	„	„	337·6	Wr. Sandstein nahe d. Grenze gegen Dolomit
Aurachberg, Sattel zwischen Kienbach und Weyeregg-Bach . .	„	„	510·3	Wr. Sandstein
Taferlklause am Aurachbach. . .	„	„	409·8	Dolomit nahe der Grenze gegen Wr. Sandstein
Farnauberg N. Traunkirchen W. .	„	„	551·6	Anfang d. rothen Kalke
Farnauberg Spitze	„	„	636·8	Jurakalk
Krehrau im Langbaththale . . .	„	„	347·7	Dolomit
* Vorderer Langbathsee	„	„	357·9	—
Hinterer Langbathsee	„	„	389·4	—
Sattlalpe im Höllengebirge . . .	„	„	820·9	Jurakalk
Eibelgupf „ . . .	„	„	968·7	„
Todtengraben „ . . .	Weid.	Weid.	830·0	„
* Grosser Höllkogel im Höllengebirg.	Lipold	Kořist.	981·1	„
Hintere Spitzalpe „ „	„	„	699·8	„
Brunnkogel „ „	„	„	799·3	Grenze von Jurakalk u. Dolom.
Zwischenbachalpe	„	„	319·3	Diluv. Conglom.
Saag am Weissenbach	„	„	283·2	Dolomit
* Mittler-Weissenbach	Simon.	Simon.	242·0	„
Ischl	Mittel a. d. verschied. Angab.		245·8	Diluvium
* Locherkogel, Goisern S.	Schmidl	Schmidl	851·0	Dachsteinkalk

[1]) Wohl derselbe Punkt wie Kreuzhöhe.

	Gemessen von	Berechnet von	Seehöhe in W. Klft.	Gebirgsart
Goisern	Weidmann		283·8	Diluvium
Hallstätter See	Mittel a. d. verschied. Angab.		271·8	„
* Klausalpe, Hallstatt NW.	Lipold	Kořist.	801·9	Werf.-Schiefer
* Einsenkung zwischen dem Steinbergkogel und Sommeraukogel	Hauer	Wolf	621·7	Salzthon
Damm. Sommeraukogel W., Holzstätte	„	„	708·5	„
Ursprung, Wasserfall	„	„	422·2	Dolomit
* Hierlatz	Suess	„	1058·5	Hierlatzschicht.
Sattel zwischen Hierlatz u. Feuerkogel	„	„	995·3	Dachsteinkalk
Blankenalpe, Hallstatt SW.	Lipold	Kořist.	598·4	„
Zwölferkogel	Suess	Wolf	1043·7	„
Fuss der Wand des Grünberges	„	„	688·8	„
Grünberg, Spitze	„	„	1009·8	„
Gamskogel	„	„	1070·0	„
Jodlerhütte auf der Wiesalpe [1]	„	„	880·2	„
Wiesalpe [2] (Gschwandthütte)	„	„	878·1	„
* Schladmingerloch, tiefster Punkt	„	„	1009·3	Hierlatzschicht.
* „ Hierlatzschichten	„	„	1063·6	„
* Ochsenkopf	„	„	1143·7	„
Ochsen-Wiesalpe	„	„	969·3	Dachsteinkalk
Lahnbeckkogel (vordere Spitze)	„	„	1012·7	„
„ (rückwärtige Spitze)	„	„	1026·6	„
Ochsenkogel (nördliche Spitze)	„	„	1168·4	„
„ (Hierlatzschichten)	„	„	1221·6	Hierlatzschicht.
* „ höchste Spitze	„	„	1241·9	Dachsteinkalk
Gjaidalpe	Lipold	Kořist.	923·6	„
„ tiefster Punkt des Kessels	Suess	Wolf	901·1	„
Taubenkaar, verfallene Hütte	„	„	961·8	„
Karl's Eisfeld, tiefster Punkt des Gletschers	„	„	1024·8	„
Karl's Eisfeld, höchster Punkt des Gletschers	„	„	1526·6	„

[1]) Mittel von 8 Messungen.

[2]) Mittel von 8 Messungen.

	Gemessen von	Berechnet von	Seehöhe in W. Klft.	Gebirgsart
Spitze zwischen Niederkreuz und Ochsenkogel	Suess	Wolf	1335·9	Dachsteinkalk
* Niederkreuz, höchster Gipfel . .	„	„	1393·1	„
* Dachstein, höchste Spitze . . .	Suess	Wolf	1551·9	Dachsteinkalk
* Ramsau, letzter Punkt der Buntsandstein-Abhänge	„	„	729·9	Werf. Schiefer
* Scheiblingstein, Nordwest-Abhang	„	„	1000·0	Höchster Punkt d. Werf. Schief.
Brandriegl, höchster Punkt . . .	„	„	912·7	Grauw. Schief.
Forster in der Ramsau	„	„	598·5	Werf. Schiefer
Torfmoor auf der Höhe der Ramsau-Terrasse	„	„	551·9	Torf
St. Ruprecht am Kulm	„	„	564·6	Werf. Schiefer
Kulmhöhe, Spitze	„	„	662·8	Grauwacken-Kalk
Ennsfluss oberhalb Schladming .	„	„	385·8	Alluvium
Zwischen Haus und Oberhaus . .	„	„	368·0	„
Detter, Bauernhaus, Schladming S. (Bach)	„	„	534·8	
Almhütte an der weissen Wand .	„	„	547·2	
Steinwänder Alm	„	„	893·2	
Obere Wildkaar-Hütte	„	„	967·6	
Grosser Wasserfall- Spitz . . .	„	„	1309·7	
Bachwald (St. Johann NW.) . .	Δ	Δ	745	Grauwacken-schiefer
* Hengsbachwald (St. Johann NW.)	Lipold	Lipold	732	Grauwacken-schiefer
Salzabrücke in Lend	„	„	337	Schotter
„ „ St. Johann . . .	„	„	302	„
* Füles-Eck	Δ	Δ	1069·7	Radstätter Tauern-Schief.
* Gamskaarkogel	Δ	Δ	1272	Chloritschief. u. Kalk-Glimmerschiefer d. Schieferhülle
* Tennkogel	Lipold	Lipold	1242	
* Toffernkogel	„	„	1243·5	
* Flugkogel	„	„	1177·2	Gneiss
* Glasererkogel	„	„	1272·3	Centralgneiss
Kötschachthal (Passauer Alpenhütte)	„	„	670	„
Kötschachthal, Jägerhaus in Dörfl	„	„	563·3	„
* Ankogel	Δ	Δ	1715·2	Glimmerschief.

	Gemessen von	Berechnet von	Seehöhe in W. Klft.	Gebirgsart
* Liskele-Spitz	Δ	Δ	1267·1	Glimmerschiefer
* Böseck	Δ	Δ	1494·1	Centralgneiss
Fragant	Stur	Keil	369·6	Schotter
* Klenitzenkogel	Δ	Δ	1284·6	Glimmerschiefer
* Stall	Stur	Keil	443·1	Schotter
* Möllfluss bei Stall	Prettn.	Prettn.	393·6	—
* Griedelkogel	Δ	Δ	1366·1	Glimmerschiefer
Scharnik	Δ	Δ	1398·1	„
* Pfaffenfeld bei Gräfelhof	Δ	Δ	319·0	Alluvium
Drauspiegel bei Ober-Drauburg .	Prettn.	Prettn.	319·6	Schotter
* Jauken	Δ	Δ	1183·7	Trias-Kalkstein
Höchste Schotterablagerung NO. v. Kötschach	Stur	Keil	718·1	Schotter
* St. Daniel	Δ	Δ	372·3	Alluvium
Gailfluss bei Mauthen	„	Keil	360·6	—
„ „ der Möderndorfer Brücke	Foett.	Wolf	306·0	—
* Feistritz	Δ	Δ	283·5	Alluvium
Gailfluss NW., Arnoldstein . . .	Peters	Wolf	275·3	—
* Göriacher Alpe	Δ	Δ	889·9	Kohlenkalk
Sattel zwischen dem Achomitzer und Bartolobach	Foett.	Wolf	614·4	„
* Tarvis (Zusammenfluss der Bäche)	Morlot	Morlot	370·6	—
Raibl	Foett.	Wolf	435·1	Alluvium
* Sattel des Römerthales gegen das Görzer Gebiet	Morlot	Morlot	916·0	Raiblerschichten
Prediel	„	„	614·1	Dachsteinkalk
* Flitscher Klause	Suppan	Suppan	345·0	Dachsteinkalk
* Flitsch, Gasthaus 1. Stock . . .	Hauer	Lukas	241·8	Eocen-Sandst.
* Polonig-Berg	Δ	Δ	874·1	Dachsteinkalk
* Stanski-Vrch	Δ	Δ	598·1	„
* Capporetto	Hauer	Lukas	128·9	Diluvium
* Rücken zwischen dem Uelinski und Mlinska-Bach	„	„	325·7	Schiefer der Kreideformation
Perat	„	„	415·9	Hippuritenkalk
* Luico	„	„	352·2	„
* Mt. Kuk	Δ	Δ	653·6	„
Volzano	Hauer	Lukas	95·4	Diluvium
Sattel zw. Propotnizza u. Clabuzzaro	„	„	352·9	Schiefer des Hippuritenkalkes

	Gemessen von	Berechnet von	Seehöhe in W. Klft.	Gebirgsart
Clabuzzaro	Hauer	Lukas	356·2	Schieferd. Hippuritenkalkes
Bach bei Vomari	„	„	383·5	Schieferd. Hippuritenkalkes
St. Volfango	„	„	356·2	Hippuritenk.
* Joch, östlich bei Tribit	„	„	244·7	Eocen-Sandst.
Mt. Cuzhe	Δ	Δ	463·6	„
* Spiegel d. Indrio unter Podraunem	Hauer	Lukas	156·6	„
* Podraunem	„	„	218·0	„
* Podbregh	„	„	267·9	„
* Mt. Cali	Δ	Δ	339·5	„
* Pecenon	Hauer	Lukas	77·9	„
* Canale	„	„	52·0	Diluvium
* Spiegel des Isonzo bei Morsca . .	„	„	47·7	—
* Mt. Orlich	„	„	334·7	Hippuritenk.
St. Giacomo	„	„	339·7	„
Mt. Santo	Δ	Δ	368·5	„
Pass zwischen dem Isonzo- und Gargarothal	Hauer	Lukas	178·4	„
Gargaro, Thalboden	„	„	148·3	Eocen-Sandst.
Gebirgsknoten zwischen Vercoglia, Ignaz und St. Primus	„	„	205·6	„
* St. Primus	„	„	212·3	Gränze v. Hippuriten u. Nummulitenkalk
St. Martin	„	„	134·9	Eocen. Sandst.
Görz	„	„	40·9[1])	Alluvium
* Merna-Spiegel der Wippach . .	„	„	15·8	„
* Plateau zwischen Merna u. Logniza	„	„	129·0	Hippuritenk.
* Hudilok	„	„	110·1	„
* Sella	„	„	115·2	„
* Bratovizza	„	„	30·3	„
* Medeazza	„	„	72·5	„

[1]) Mittel aus 5 Messungen.

IV. Beschreibung der Durchschnittslinie.

Es möge nun zunächst eine Schilderung der entlang der Durchschnittslinie beobachteten geologischen Verhältnisse folgen, welche besonders in jenen Partien, über welche detaillirte Berichte noch nicht veröffentlicht wurden, eine etwas grössere Ausführlichkeit erfordert.

1. Von der Donau bei Passau bis zur Zone der Tertiärgesteine.

Unmittelbar östlich von Passau bildet der Donaustrom eine kleine, nach Norden gerichtete Bucht. Ihre nördliche Spitze ist der Anfangspunkt unserer Durchschnittslinie. Das Gestein, welches von derselben zuerst berührt wird, ist Gneiss mit eingelagerten krystallinischen Schiefern von sehr verschiedener petrographischer Beschaffenheit. So findet man am Greitelstein und nördlich vom Bauernhause Achleiten unmittelbar neben einander in deutlicher Wechsellagerung gewöhnlichen schiefrigen Gneiss mit weissem Feldspath, grauem Quarz und schwarzem Glimmer; lichtgrau gefärbtes Feldspathgestein dicht mit sehr kleinen, in der Masse ausgeschiedenen Feldspathkryställchen, in dem weder Quarz noch Glimmer für das unbewaffnete Auge sichtbar, ausgeschieden sind; eben solches Gestein mit dichter grauer Grundmasse und zahlreichen ausgeschiedenen Feldspathkrystallen; Gneiss, der durch parallele Stellung der Feldspathkrystalle pegmatitähnlich wird; Weissstein mit Granaten; Syenitschiefer, bestehend aus weissem Feldspath und grüner Hornblende; graugrüne chloritische Schiefer mit eingeschlossenen Feldspathkrystallen oder auch Feldspath-Mandeln, bisweilen auch mit ausgeschiedenen Glimmerblättchen u. s. w. Alle diese Gesteinsarten sind sehr deutlich geschiefert, die Absonderungsflächen fallen regelmässig nach Nord-Ost.

Diese krystallinischen Gesteine gehören zu einem durch den Donaustrom abgetrennten Stücke der gewaltigen Masse von Urgebirgsgesteinen, welche weiter im Norden den baierischen Wald, den Böhmerwald und das österreichisch-böhmisch-mährische Grenzgebirge zusammensetzen, ein Gebiet, welches schon als Festland aus dem umgebenden Meere emporragte zur Zeit, als die verschiedenen, jetzt dasselbe so weit an Grossartigkeit überbietenden, geschichteten Felsmassen der Alpenkette am Meeresboden sich bildeten.

Von Regensburg bis Krems in Niederösterreich bezeichnet der Lauf der Donau nahezu den südlichen Rand der genannten Gebirgsmasse; nur auf den Strecken von Hofkirchen bis Aschach, bei Linz und von Grein bis Krems sind wenig ausgebreitete Theile desselben durch die Donau selbst von der Hauptmasse abgetrennt. Der Strom zog es vor seinen Weg hier durch fertig gebildete Spaltenthäler zu

nehmen, als sich in den, wenn auch wenig festen Tertiärschichten sein Bett auszuwühlen.

Über die meisten Theile der ganzen bezeichneten Landstriche liegen ausführliche geologische Monographien aus der neueren Zeit vor, so über den baierischen Wald von Wineberger [1]), von Waltl [2]), von Gümbel [3]); über den Böhmerwald von Dr. F. Hochstetter [4]); über das österreichisch-böhmisch-mährische Grenzgebirge von Lipold [5]), von Peters [6]), von Čjžek [7]); über die südlich von der Donau gelegene Partie bei Krems und Mautern von Čjžek [8]) u. s. w.

Über jene Partie dagegen, die südöstlich von Passau zwischen der Donau und dem Inn gelegen ist, sind bisher nur spärliche Notizen veröffentlicht, wesshalb einige nähere Angaben über dieselben hier angeschlossen werden sollen. Sie bildet eine Zone von durchschnittlich 1½ Meilen Breite, die von Nord-West nach Süd-Ost sich erstreckend der allgemeinen Richtung des Donaustromes in dieser Gegend parallel läuft. Die südwestliche Grenze gegen das Tertiärland ist durch tiefe Einbuchtungen des letzteren sehr unregelmässig; sie wird ungefähr durch die Ortschaften Aschach, Efferding, Neukirchen, Enzenkirchen und Schärding bezeichnet.

Das ganze Gebiet trägt im Allgemeinen den Charakter eines Tafellandes, welches sich über den Spiegel der Donau bis zu einer Höhe von durchschnittlich etwa 800 Fuss erhebt und demnach eine Seehöhe von 1600—1700 Fuss erreicht. Die Abhänge gegen diesen Fluss sind meist steil; nur einzelne Rücken ragen höher empor; unter ihnen sind die bedeutendsten: Der Sauwald mit dem grossen Haugstein (Seehöhe 462 Klafter), der Schöfberg, der Feichtberg u. s. w.

---

[1]) Geognostische Beschreibung des baierischen und Neuburger Waldes, Passau 1851.

[2]) Passau und seine Umgebung, Passau 1853; dann im Correspondenzblatt des zoologisch-mineralogischen Vereines in Regensburg 1847. Nr. I — VI, S. 29 — 32, 44 — 48, 79 — 80.

[3]) Übersicht der geognostischen Verhältnisse der Oberpfalz. Correspondenzblatt des mineralogisch-zoologischen Vereines von Regensburg 1854. Heft 1, S. 1.

[4]) Jahrbuch der k. k. geolog. Reichsanstalt, V, S. 1—67, S. 567 — 586, VI, S. 10—39.

[5]) Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt, III, Heft 3, S. 35 — 54.

[6]) Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt, IV, S. 126 — 140; 232 — 264.

[7]) Erläuterungen zur geologischen Karte der Umgebungen von Krems und dem Mannhartsberg. Beilage zum VII. Bd. der Sitzungsberichte d. mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe der kais. Akademie der Wissenschaften.

[8]) Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt, IV, S. 264 — 283.

Gegen das Tertiärland im Süd-Westen geht der Charakter eines Tafellandes meist mehr und mehr verloren und dasselbe löst sich allmählich in einzelne Rücken und Höhenzüge auf. Sehr bemerkenswerth ist die Richtung des Laufes der Donau. Von Hafnerzell bis Schlögen folgt sie einem Spaltenthal, welches parallel dem Hauptstreichen der Gebirgsschichten aufgebrochen ist. Die unmittelbare Fortsetzung dieser Spalte erkennt man in der sehr auffallenden Tiefenlinie, welche von Schlögen in süd-östlicher Richtung, an Gemersdorf vorüber, bis in die Ebene westlich von Aschach fortzieht; sie ist Veranlassung, dass der Aschachfluss aus der anfänglichen nordöstlichen Richtung seines Laufes bei der Zehrer-Mühle sich plötzlich um volle 90 Grad nach Süd-Ost herumbiegt. Die Donau selbst verlässt bei Schlögen diese Spalte, wirft sich um den Sporn, auf dem Au steht, herum und folgt auf eine kurze Strecke einer der ersten parallelen Spalte, die aber nach den Mittheilungen von Dr. Peters das Streichen der Schichten in einem schiefen Winkel schneidet [1]), in nord-westlicher Richtung, um dann in mannigfaltigen Krümmungen ihren Weg bis Aschach zu finden.

Die Hauptmasse des ganzen Gebietes besteht aus Gneiss und den verschiedenen schon oben erwähnten Varietäten von krystallinischen Schiefern; geringere Verbreitung erlangt der Granit. Auf der Höhe des Plateau's findet man ausgedehnte Ablagerungen von tertiärem Schotter, in dem Donauthal endlich einige Diluvialterrassen und Lösspartien.

1. Gneiss und eingelagerte krystallinische Schiefer. Allerorts zeigen diese Gesteine dieselbe Structursrichtung, die am Anfangspunkte unserer Durchschnittslinie östlich von Passau bemerkt wurde; sie streichen stets von Nord-West nach Süd-Ost und fallen nach Nord-Ost.

Entlang dem Innfluss von Passau bis ganz nahe von Schärding herrscht fester, mehr schiefriger als flasriger Gneiss vor; er enthält viel dunklen Glimmer in langen Streifen, wenig Feldspath und den Quarz, theils in Schnüren zwischen den Glimmerstreifen, theils als längliche Einschlüsse. Oft ist auch weisser Glimmer in nicht unbeträchtlicher Menge beigesellt. Gleich südlich vom Biretbauer steht ein Augitgestein, das sich schon von aussen durch einen eigenthüm-

---

[1]) Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt, IV, S. 235.

lichen rostbraunen Überzug auszeichnet, an; es liegt conform mit dem Gneisse. Kleinere, dem Gneisse regelmässig eingelagerte Partien desselben Gesteines trifft man weiter am Inn aufwärts noch südlich von Wernstein, dann kurz bevor man Fornbach gegenüber steht. Nach weiter aufwärts folgt dann wieder fester Gneiss, der noch, bevor man das Thal des Prambaches erreicht, allmählich in Granit übergeht.

Die Strasse, die von Passau nach Schärding führt, zieht über die Höhe des Plateau weg. Man sieht hier nur wenig Gneiss entblösst, da Vegetation oder die aufgelagerten Schottermassen meist das anstehende Gestein verhüllen. Bei Striding übersetzt aber die Strasse einen westöstlich fortziehenden höheren Gneissrücken, der über das Plateau hervorragt. Auf der Bergspitze südlich von Schardenberg ist das Gestein in einem Bruche aufgeschlossen. Es besteht aus 3 bis 5 Zoll mächtigen beinahe horizontal oder nur sehr sanft nach West geneigten Platten von Gneiss, deren Schichtflächen den sanften westlichen Abhang des Berges bilden. Weisser Feldspath wiegt in der Zusammensetzung vor. Der graue Quarz ist mehr untergeordnet. Schwarzer Glimmer ist in kleinen Blättchen durch die Masse zerstreut, oft auch in unregelmässigen Nestern angesammelt. Auch weisser Glimmer ist öfters beigemengt. Nördlich von Schardenberg, gegen die Bauernhäuser Kauner und Wihr, wird der weisse Glimmer mehr und mehr vorwaltend; man trifft hier stellenweise Gesteine, die vorwaltend aus Quarz und weissem Glimmer bestehen und in einzelnen Handstücken ganz wie Glimmerschiefer aussehen.

Verfolgt man von dem Sporn bei Achleuten das rechte Donauufer abwärts, so findet man bis in die Gegend von Engelhartszell dem echten Gneiss sehr häufig Schiefer von abweichender petrographischer Beschaffenheit eingelagert, ähnlich, wie sie schon eingangs erwähnt wurden. Ohne in eine vollständige Beschreibung derselben hier einzugehen, sollen nur noch einige besonders bemerkenswerthe Varietäten speciell hervorgehoben werden.

Ungefähr auf der Mitte des Weges zwischen Kasten und Ranning findet sich ein Gestein mit schiefriger grünlichgrauer Grundmasse und darin porphyrartig ausgeschiedenen theils weissen, theils fleischrothen Feldspathkrystallen; Eisenkies ist in ziemlich bedeutender Menge eingesprengt, überdies gewahrt man Glimmerblättchen, und feine Quarzschnürchen durchziehen das Ganze. Einige Lagen werden

durch Vorwalten von Feldspath ausgezeichnet; sie ähneln dem sogenannten Forellenstein aus der Gegend von Gloggnitz.

Ein noch merkwürdigeres Gestein, aber nur in einzelnen grossen Blöcken, trafen wir etwas nordwestlich von Ranning, es ist nicht schiefrig sondern massig und besteht aus einem krystallinischen Gemenge von Feldspath, Quarz und Glimmer. Der Feldspath waltet vor, es ist graulichweisser Orthoklas. Der Quarz ist grau gefärbt und in sechsseitigen Doppelpyramiden, ohne Prismaflächen auskrystallisirt. Diese Pyramiden haben bis zu drei Linien Axenlänge. Der schwarze, in einem etwas verwitterten Block grünliche Glimmer ist in grossen sechsseitigen Tafeln, die bis zu $2^1/_2$ Linien Seitenlänge haben, ausgeschieden.

Am Wege von Engelhartszell nach St. Egydi, östlich von Lueg, kurz bevor man den Almosenbach überschreitet, findet man (ob gang- oder lagerförmig im umgebenden Gneisse konnte nicht sicher entschieden werden) eine etwa 5 Klafter mächtige Masse eines Gesteines, das aus kleinen fleischrothen Feldspathkrystallen, welche öfter durch kleine Lücken von einander getrennt sind, und aus dunklem Chlorit besteht; weder Quarz noch Glimmer zeigen sich darin, in der Mitte einer länglichen Chloritlinse zeigte sich aber Eisenkies.

Auf der Strecke von Engelhartszell bis Schlögen herrscht allenthalben eigentlicher Gneiss vor; Einlagerungen von anderen krystallinischen Schiefern sind hier viel seltener zu beobachten. Weiter abwärts von Schlögen nimmt der Gneiss grosse porphyrartig ausgeschiedene Orthoklaszwillinge auf und geht allmählich in Granit über, indem sich die schiefrige Structur nach und nach mehr verliert.

Auch weiter landeinwärts von der Donau fanden wir den eigentlichen Gneiss weit mehr vorwaltend, so am Haugstein, am Wege von St. Egidy nach Münzkirchen u. s. w.

2. Granit. Dieses Gestein, bei dessen Scheidung vom Gneiss hier dieselben Grundsätze befolgt wurden, die Herr Dr. Peters (p. 233 seiner oben erwähnten Abhandlung) in den benachbarten Landestheilen auf der linken Seite der Donau anwendete, erscheint in zwei Regionen unseres Gebietes in bedeutender Entwicklung. Die eine erscheint nordöstlich, also im Liegenden, die andere südwestlich, also im Hangenden der eben geschilderten Massen von Gneiss und anderen krystallinischen Schiefern.

Die erste dieser Granitmassen herrscht in der Umgegend von Aschach und lässt sich an der Donau aufwärts bis in die Gegend von

Schlögen verfolgen, wo sie dem obenerwähnten Gneiss Platz macht, der den Granit unterteuft. Die Grenze ist natürlich nicht scharf zu bestimmen; sie streicht von N. W. nach S. O. ganz nahe an der oben bezeichneten Spalte, die von Schlögen in den unteren Theil des Aschachthales hinüberstreicht; auch weiter gegen Nordwest, wo die Donau in der weiteren Fortsetzung derselben Gebirgsspalte läuft, bezeichnet dieselbe nahe die Grenze zwischen Granit und Gneiss; denn nach den Aufnahmen von Dr. Peters bildet das letztere Gestein am linken (nördlichen) Donauufer, eine sehr schmale, dem Laufe des Flusses parallele Zone.

Bei Aschach selbst und zunächst nördlich von diesem Orte wird der Granit in mehreren bedeutenden Steinbrüchen zu Pflastersteinen und Werksteinen verarbeitet. Er ist hier feinkörnig, sehr regelmässig in Platten, die ebenfalls von Südost nach Nordwest streichen und nahe senkrecht stehen, abgesondert. Die Hauptbestandtheile sind grauer Quarz, weisser Feldspath und schwarzer Glimmer. Häufig auf den Absonderungsflächen, seltener in dem Inneren fester Stücke zeigen sich weisser Glimmer und Eisenkies, noch seltener erscheint grüner Glimmer als Übergemengtheil. Ausgeschieden in der Masse des Gesteines beobachtet man nicht selten bis faustgrosse dunkle Nester, die grösstentheils aus Glimmer bestehen.

Klüfte und Gänge eines sehr feldspathreichen, glimmer- und quarzarmen Gesteines, dann Gänge von sehr grosskörnigem Granite durchsetzen häufig die Masse.

Östlich von Schönleithen befindet sich der letzte Steinbruch an der Donau. Man bemerkt hier schon in dem gleichförmigen Gemenge, obgleich selten, grössere Orthoklas-Krystalle. Weiter nördlich an der Donau wird der Granit grobkörniger, enthält überall grosse Orthoklas-Zwillinge, ist weit mürber, er nimmt oft eine etwas schiefrige oder flasrige Structur an und eignet sich nicht mehr zur Gewinnung von Pflaster- oder Werksteinen. Auch dieser porphyrartige Granit ist sehr häufig von Gängen durchsetzt, die sich gewöhnlich durch Vorwalten von Feldspath auszeichnen. Dieses Mineral ist meistens weiss, bisweilen aber auch rosenroth oder entenblau gefärbt.

Gegenüber von dem Schlosse Neuhaus ist dieser porphyrartige Gneissgranit ausgezeichnet durch grosse (1—2 Fuss lange) Nester von einem feinkörnigen, sehr glimmerreichen Gesteine, die eine mandelförmige Gestalt haben und mit ihren grösseren Axen der Structurs-

richtung parallel liegen. Diese Nester wittern leicht aus und dann bleiben an der Oberfläche anstehender Felsen grosse leere Löcher zurück. Ganz ähnliches Gestein findet sich nach Dr. Peters auch am linken Donauufer bei Neuhaus selbst.

Der Granit im Hangenden der ganzen Hauptmasse von Gneiss und krystallinischen Schiefern lässt sich am besten in der Umgegend von Schärding studiren. Schon oben wurde erwähnt, dass am rechten Ufer des Inn, nördlich von Schärding, der Gneiss allmählich in Granit übergehe; das letztere Gestein ist nun weiter in einer Reihe von Steinbrüchen am Ausgang des Bründlthales aufgeschlossen, und bildet einen aus den umgebenden Tertiär- und Diluvialschichten emporragenden Zug, der nach Süden bis Allerding, westlich von Taufkirchen, reicht. Auch das Schloss von Schärding steht auf einem isolirten Felsen dieses Gesteines.

In den Steinbrüchen im Bründlthale besteht der Granit aus weissem stark glänzendem Feldspath, grauem Quarz und schwarzem Glimmer; stellenweise sind Partien von Chlorit eingeschlossen. Er zeigt keine bestimmte Schieferung, erscheint aber oft in Folge eines Wechsels glimmerreicherer Partien mit solchen, in welchen Quarz und Feldspath vorwalten, streifig oder gebändert.

Weiter nach Südosten bestehen dann die Berge östlich von Enzenkirchen, das südliche Ende der Höhe von Hochstrass, die isolirte Höhe von Thomasberg, die Partien nächst Baierbach u. s. w. ebenfalls aus Granit, der nach Nordost allmählich in Gneiss übergeht.

Eine dritte kleine Granitpartie endlich erscheint in dem Hügel unmittelbar östlich von Münzkirchen. Derselbe besteht aus porphyrartigem Granite mit grossen Orthoklas-Zwillingen, dem aber nach Osten schon bei Schierdorf sehr flasriger Gneiss folgt.

3. Tertiärschotter und Conglomerat. Hauptsächlich in der nordwestlichen Ecke der Partie von Urgebirgsgesteinen, die uns beschäftigen, liegen auf der Höhe des Plateau ausgedehnte Massen von gelb gefärbtem Quarzschotter, der ohne weitere Zwischenlage unmittelbar auf den krystallinischen Schiefern aufruht. Häufig hat derselbe eine Mächtigkeit von nur wenigen Fussen, an anderen Stellen dagegen wird dieselbe bedeutend grösser. An vielen Stellen im Gebiete des Schotters, besonders schön entwickelt westlich von Münzkirchen im Schardingerholze, beim Lochbauern, dann bei Neukirchen am Walde und Mitterauberg, nördlich von Baierbach, im

Linsbergerwalde u. s. w. findet man zahlreich umhergestreut auf der Oberfläche Blöcke, oft von sehr bedeutenden Dimensionen, eines überaus festen Quarz-Conglomerates, in welchem die gewöhnlichen Quarzrollstücke durch ein Kieselcement verbunden sind. Anstehend konnten wir dieses Gestein nirgends entdecken, wohl aber fanden wir in manchen Schottergruben zwischen den einzelnen Rollstücken eine sehr feine pulverige, mit Säuren nicht brausende (kieselige) Masse, die gewiss bei der Bildung der Conglomerate eine wichtige Rolle spielt. Auch verdient es in Beziehung auf die letztere besonders hervorgehoben zu werden, dass man in mehreren der Gruben beobachten kann, wie die einzelnen Rollstücke in der Tiefe ganz lose neben einander liegen, während sie weiter gegen die Oberfläche zu in einzelnen Partien etwas zusammengekittet sind.

Diese Quarzconglomerate erinnern lebhaft an die festen, wie verglasten oder gefritteten Quarzsandsteine und Conglomerate, die Russegger vom Dschebel Achmar und von anderen Punkten in Unter-Ägypten mitbrachte, und die er wenigstens theilweise als durch Infiltration von Kieselmasse verkittet erklären zu müssen glaubt [1]).

Dass die eben geschilderten Schotter- und Conglomeratmassen in der That der Tertiärformation angehören, dafür liefert die Auffindung von Petrefacten (*Ostrea* und *Pecten*), die Herr Dr. Waltl bei Münzkirchen entdeckte [2]), einen sicheren Beweis.

Nur selten sind thonige Schichten in Verbindung mit den Schotterablagerungen; doch wurden zwischen Münzkirchen und Eisenbirn in einer Schottergrube bläuliche Mergel bis 2 Fuss mächtig im Schotter eingelagert beobachtet.

4. Diluvium. Der Donau entlang trifft man an vielen Stellen Schotterterrassen, sehr häufig wie bei Wesenufer, Engelszell, Pührawang u. s. w. zwei über einander. Die unteren heben sich meist nur 1—2 Klafter über den Spiegel des Flusses und müssen als Alluvialterrassen bezeichnet werden. Die höheren erreichen dagegen eine Höhe von 5 bis 6 Klaftern über den jetzigen Spiegel des Flusses. In einer derselben, beim Windstoss, westlich von Mürzhübel, zwei Stunden oberhalb Aschach, zeigt sich am Gehänge fest zusammen-

---

[1]) Reisen in Europa, Asien und Afrika, I, S. 275.

[2]) Passau und seine Umgebungen, Seite 18.

gebackenes Conglomerat, so wie man es so häufig in den Alpenthälern antrifft. Diese Terrassen können demnach wohl sicher als Diluvialterrassen bezeichnet werden.

Von den Diluvialgebilden, so wie von der nördlichen Granitzone ist auf der Linie unseres Durchschnittes selbst nichts zu sehen. Dieselbe läuft von der Donau weg nach Süd 10° in Ost über Freinberg bis etwas südlich vom Bauernhause Asing. Sie trifft erst auf die krystallinischen Schiefer, die schon oben geschildert wurden, berührt, sobald sie die Höhe des Plateau erreicht hat, eine kleine Schotterpartie, südlich von dem Bauernhause Achleiten, und zieht dann über eine zweite weit ausgedehntere Schotterpartie, aus welcher der Freinberg, eine kleine Gneisskuppe, emporragt.

Am Ende dieser Schotterpartie, beim Bauernhause Wiedecker, wendet sich die Linie mehr östlich (Süd 35° Ost), durchschneidet die Gneissschichten bis zum Kösselbach, dann die ausgedehnteste Schotterpartie, welche hier den ganzen südlichen Theil des Gneissplateaus bedeckt und aus der nur vereinzelte Kuppen des letzteren Gesteines emporragen, bis Münzkirchen, wo sie den oben geschilderten Granithügel berührt. Von diesem Hügel wendet sie sich wieder nach Süd 10° Ost weiter über die Schotterpartie. Beim Bauernhause Ranzen zeigt sich ein ziemlich schroffer Abhang von nahe 300 Fuss Höhe, an dessen Fuss Gneiss ausbeisst; unten aber in dem tieferen Niveau ist die Schotterdecke wieder vorhanden, und setzt fort bis in die Nähe von Erlet, wo wieder der Gneissgranit zum Vorschein kommt, der nur stellenweise von Schotter überlagert bis Brandstätten an der Grenze des eigentlichen Tertiärlandes anhält.

2. Das oberösterreichische Tertiärland.

Das obere Donaubecken, welches sich aus der Gegend von St. Pölten gegen Westen bekanntlich immer mehr und mehr ausbreitet, erreicht auf der Linie unseres Durchschnittes zwischen Brandstätten, östlich von Dirsbach und Aurach, südlich von Vöklabruck, wo die Wiener Sandsteinzone beginnt, eine Breite von 7 Meilen. Es bildet im Ganzen ein flaches Hügelland, aus dem nur der Hausruck, der westlich in den Kobernauser Wald fortsetzt, als höherer Rücken emporragt. Die flachen Thäler im nördlichen Abschnitte des ganzen Gebietes haben eine Seehöhe von 1100 bis 1200 Fuss, die aber weiter nach Süden etwas mehr ansteigt. Der Kobernauser Wald

erhebt sich über das umliegende Land bis zu einer Seehöhe von 2400 Fuss.

Die geologische Zusammensetzung des ganzen Landes ist sehr einfach: dasselbe besteht aus Schichten der jüngeren Tertiär-, Diluvial- und Alluvialformation. Die Schichten liegen beinahe immer horizontal, nur local bemerkt man wellenförmige Anordnung der Schichten oder einzelne Senkungen, welche Neigungswinkel bis zu 15° veranlassen.

Weitaus vorwaltend im ganzen Gebiete sind die Tertiärschichten; sie setzen namentlich alle höher gelegenen Theile desselben zusammen. Die Diluvial- und Alluvialmassen bleiben viel untergeordneter und erscheinen meist nur in den Niederungen.

Das tiefste Glied der Tertiärformation bildet der sogenannte Schlier, ein bald mehr bald weniger sandiger Mergel, der sehr häufig mit Lagen von reinerem Sand und Sandstein wechsellagert und namentlich nach oben häufig in die letzteren Gesteine übergeht; er enthält im Allgemeinen selten Versteinerungen. Der reichste bekannte Fundort ist Ottnang, von welcher Localität Hörnes 29 verschiedene Arten Mollusken aufzählt, aber wohl noch ohne den ganzen Reichthum erschöpft zu haben; an anderen Stellen fanden sich Foraminiferen, Entomostraceen u. s. w. [1]), die Herr Prof. Reuss bestimmte. Alle diese Fossilien stellen das neogene Alter der ganzen Ablagerung ausser Zweifel.

Über dem Sand und Sandstein, oder wo diese weniger entwickelt sind, unmittelbar über dem Schlier folgt eine mächtige Ablagerung von Tertiärgeröllen, welche man namentlich in der Gegend unseres Durschschnittes auf den Rücken der höheren Berge antrifft. Sie bestehen vorwaltend aus Quarz und Urgebirgs-Fragmenten.

Zwischen dem Schotter und Schlier schieben sich im Hausruck mächtige Lignitmassen, die mit Tegel und Sandlagen alterniren, als wirkliches Glied der Formation ein, das aber am Grunde der weiter im Norden und weiter im Süden entwickelten Schottermassen fehlt.

Die Diluvialgebilde bestehen aus Schotter, der sehr häufig von einer meist nur wenige Fuss mächtigen Lehmlage bedeckt ist.

---

[1]) Ehrlich, Geognostische Wanderungen, S. 71.

Die folgenden Arbeiten haben hauptsächlich zur Kenntniss des oberen Donaubeckens in der Gegend, in welcher unser Durchschnitt dasselbe durchzieht, beigetragen.

A. Boué. Baierisches und oberösterreichisches Tertiärbecken. Geognostisches Gemälde von Deutschland, S. 394—422.

A. Boué. Die Tertiärbecken der Schweiz, von Baiern, Oberösterreich u. s. w. *Journal de Géologie publié par* A. Boué, II, S. 335.

C. Ehrlich. Über die nordöstlichen Alpen (Linz), S. 11—20.

C. Ehrlich. Geognostische Wanderungen im Gebiete der nordöstlichen Alpen (Linz), S. 69—84.

M. Hörnes. Die Tertiärversteinerungen von Ottnang. Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt, IV, S. 190.

Otto Freiherr v. Hingenau. Die Braunkohlenlager des Hausruckgebirges in Oberösterreich. Wien 1856.

Diese Arbeiten haben das ganze Becken so genau kennen gelehrt, dass ich mich hier darauf beschränken kann, nur wenige Detailbeobachtungen, entlang der Linie des Durchschnittes nachzutragen, darunter insbesondere sehr genaue Notizen über die Kohlenablagerungen im Hausruck, aus einem als Manuscript im Archiv der k. k. geologischen Reichsanstalt befindlichen Notizenbuch von Herrn J. Kudernatsch [1]).

Von Brandstätten bis Siegharding (169 Klafter über dem Meere) behält die Linie noch die Richtung nach Süd 10° Ost bei. Sie trifft zuerst sandige Mergel, welche sich an den Gehängen der Gneisshöhen, südlich von Herrenberg, überall nachweisen lassen. Im Thale des Pfutscherbaches vor Siegharding aber stösst man schon auf eine Diluvialablagerung, die besonders etwas weiter westlich von unserem Durchschnitte in dem Pramthale weit verbreitet und mächtig entwickelt ist. Sehr schön lässt sich das Verhältniss beider Formationen gegen einander bei Alfersham, ¼ Stunde westlich von Siegharding, beobachten, wo grosse Schottergruben eröffnet sind. Herr Dr. K. Peters entwarf von denselben die Zeichnung Fig. 12. Die Hügel

[1]) Erst nachdem die vorliegende Arbeit bereits abgegeben war, erschien die werthvolle Abhandlung von Herrn Prof. Dr. J. R. Lorenz: „Über die Entstehung der Hausrucker Kohlenlager," Sitzungsb. d. kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. Bd. XXII, Heft III, S. 660.

zwischen Kindling und Alfersham bestehen aus wechsellagernden Schichten von Mergel und reinem grauen Sand, welche letztere eine Mächtigkeit von 8 Fuss erreichen. Sie sind nächst der Strasse südöstlich von Alfersham durch Steilabhänge entblösst, an welchen der Bach hinfliesst. An diese Abhänge stösst horizontal eine Diluvialebene, in welcher die Schottergruben eröffnet sind. Unter der Ackererde sieht man in denselben 6 Fuss mächtig braunen Lehm (ohne Lösschnecken), welcher in seinen tieferen Lagen mit sandigen Zwischenschichten wechselt; darunter folgt 6 bis 8 Zoll reiner Sand, dann 6 Fuss Quarzschotter mit Sand, und unter diesem reiner grauer Sand, der in seiner Beschaffenheit mit dem Sand des Gehänges bei Alfersham übereinstimmt, und schon der Tertiärformation angehört. Der Schotter enthält einzelne glatt polirte Conglomeratblöcke.

Von Siegharding bis Niderham nimmt der Durchschnitt die Richtung Süd 24° Ost an. Gleich südlich von Siegharding betritt man wieder das Gebiet der mit Sand wechsellagernden Mergelschichten, und auf dem von Andorf östlich herumziehenden Rücken (245°) findet man als oberste Schichte den Sand vorherrschend. Niderham selbst liegt wieder auf einer kleinen Diluvialpartie.

Von Niderham bis über Riedau hinaus folgt der Durchschnitt einer beinahe rein nord-südlichen Richtung; er übersetzt den Hügel südwestlich von Raab, an dessen Abhängen man regelmässig auf einander folgend reineren Mergel, Sand und Schotter beobachtet, und trifft dann über Zell, Riedau, Wabetswohl, wo er die Richtung Süd 8° West annimmt, bis gegen Jebing nur die bald mehr, bald weniger sandigen, horizontalen Mergelschichten, an deren Oberfläche man aber häufig Lehmlagen gewahrt, die vielleicht theilweise schon als Diluvial betrachtet werden könnten. Sicherer erkennbar sind Diluviallehm und Schotter in der Umgegend der sehr zerstreuten Ortschaft Jebing selbst.

Südlich von Jebing streicht der Durchschnitt durch den Limberger Wald. Daselbst treten wieder in grosser Menge abgerundete Blöcke des schon oben erwähnten Quarzconglomerates auf, die in der Gegend vielfach als Bausteine verwendet werden. Weiter über Strass, Anzenberg u. s. w. kommen wieder die gewöhnlichen Mergel bis westlich von Haag, wo unser Durchschnitt auf den nördlichsten Ausläufer des Kohlengebirges des Hausruck trifft.

Von Hölzing wendet sich der Durchschnitt nach Süd 22° Ost. In dem tiefer gelegenen Terrain des Gaasbaches, Furthbaches und Trattnachbaches tritt wieder allenthalben der Schlier an die Oberfläche; erst im sogenannten Knausmüllerwald, nordwestlich von Wolfsegg, steigt das Terrain wieder mehr an und die Lignite mit den überlagernden Schottermassen treten wieder zu Tage.

Die bald als Schotter, bald als wahres Conglomerat auftretende Decke der Lignitlager ist nach den Untersuchungen von Kudernatsch durch keinen Thon oder Lehm verunreinigt, auch wird sie nie oder nur sehr selten von Eisenoxydhydrat durchdrungen und gefärbt, so dass die Quarzgeschiebe hier immer rein weiss ohne Färbung erscheinen. Die Grösse der Geschiebe reicht vom groben Sandkorn bis zu der einer Doppelfaust, alle sind gut abgerollt. Bei Weitem vorherrschend sind Geschiebe von reinem weissen, fast nie gelblichem Quarz; dann sind auch zahlreich Geschiebe von Gneiss und quarzreichem Glimmerschiefer, seltener schon von Granit, sehr quarzigem Thonschiefer, dann von Alpenkalk; auch von den Lias-Mergelschiefern der Alpen fand Hr. Kudernatsch einzelne Stücke. Sehr selten erscheinen endlich Talkschiefer und Diallag. Die Schotterbildung enthält auch einzelne Lagen von gröberem Sand, die dann eine deutliche Schichtung bedingen. Durch reichlich beigemengten kohlensauren Kalk, der zwischen den Geschieben abgelagert ist, und mit dem da befindlichen gröberen Sand einen wahren Mörtel bildet, entstehen fest zusammengebackene Conglomerate, die man von Wolfsegg an auf dem Hauptrücken fort und fort verfolgen kann.

In den untersten Lagen der Schotterbildung, gleich ober der Lignit-Ablagerung, findet sich häufig verkieseltes Holz, jedoch stets nur in Bruchstücken, die wie abgerollt oder abgerieben erscheinen.

Die Lignitablagerung, schreibt Kudernatsch, gehört eigentlich noch der Tegelbildung an, deren oberste Etage sie vorstellt. Es hat jedoch schon während der Ablagerung dieser Lignite auch eine theilweise Ablagerung von Schotter stattgefunden, da zwischen Friedberg und Munderfing eine Schotterbildung unter einem Lignitflötze, dem dann der obere Schotter aufliegt, zu beobachten ist. Somit lässt sich annehmen, dass die Schotterablagerung gleich, fast ohne Unterbrechung, auf die des Tegels gefolgt sei.

An der ganzen Ostseite des Hausruck hat man drei über einander liegende Flötze; in Haag aber als dem nördlichsten Punkte, dann

bei Munderfing westlich nur eines. Die Flötze haben immer im Hangenden und Liegenden einen Tegel zur Begleitung, der oft sehr schmal (6 Zoll) ist, aber nie ganz fehlt. Schmale Tegellagen erscheinen ausserdem auch öfter in den Flötzen, zumal wenn diese mächtiger sind. Auf der Ostseite des Hausruck sind die zwei oberen Flötze durch ein mächtiges Zwischenmittel von Sand getrennt.

Sehr merkwürdig ist das Verhalten der Flötze zu den Bergrücken, unter denen sie liegen. Ihre Lage ist im Ganzen eine schwebende, doch machen sie sanfte wellenförmige Biegungen, die mit der Oberflächengestaltung in einer bestimmten Relation stehen, und zwar so, dass dem Joche oder Rücken des Gebirges stets eine auffallende Muldenbildung der Flötze entspricht. Vom Tage an, quer durch den Bergrücken gedacht, herrscht ein sanftes widersinnisches Einfallen, weiter im Inneren wird die Lage horizontal, bis in der Gegend des obersten Rückens plötzlich wieder eine auffallende Senkung eintritt, ungefähr wie Fig. 10 andeutet.

Diese Senkung in der Mitte ist dem langgestreckten Bergrücken nach hin und her zu beobachten. — Übereinstimmend damit ist das Verhalten des durch Grubenbau gut aufgeschlossenen Flötzes zu Bergern nächst Ottnang. Ein südlich laufender Zweig des Hausruck endet hier mit einer isolirten Kuppe, indem spätere Auswaschungen eine Einsattlung gebildet haben. Das Flötz nun fällt dieser isolirten Kuppenform gemäss von allen Seiten gegen die Mitte zu ein, so dass unter der Kuppe der tiefste Muldenpunkt sich befindet. — In der Kohlgrub nächst Wolfsegg zeigen die oberen beiden Flötze den im Vorigen geschilderten ähnliche Biegungen, das dritte tiefste liegt dagegen beinahe horizontal; Fig. 9 gibt eine Detailzeichnung der Schichtenfolge dieser Grube; die eingeschriebenen Zahlen bezeichnen die Mächtigkeit in Fussen. Es folgen von oben nach unten:

1. Schotter und Conglomerat;

2. Lignitflötzchen von 1½ Fuss;

3. gelblicher durch Tegel gebundener Sand, bald mehr sandig, bald mehr thonig;

4. Lignitflötz mit einem etwa 2 Zoll starken Schieferthon als Mittelberg;

5. blaugrauer, glimmeriger, etwas sandiger Tegel; gegen die Gebirgsoberfläche zu, besonders am Liegenden des Flötzes hin, bräunlich gelb gefärbt;

6. grauer oder gelblich-grauer, etwas glimmeriger Sand;

7. gelblicher fetter Tegel;

8. Lignitflötz;

9. sandiger, glimmerreicher, lichtgrau oder bläulichgrau gefärbter Tegel; oben noch fett genug, um als Töpferthon verwendet zu werden, mit einzelnen kohligen Pflanzentrümmern; nach unten mehr und mehr sandig, zu unterst reiner Quarzsand;

10. Schlier.

Sämmtliche Glieder nehmen nach einwärts unter dem höchsten Gebirgsrücken bedeutend an Mächtigkeit ab, wie dies die eingeschriebenen Zahlen zeigen.

Zur Vervollständigung eines Bildes der ganzen Ablagerung sollen hier auch noch die Schichtenfolgen an einigen anderen Punkten, ebenfalls nach Hrn. Kudernatsch's Beobachtungen, mitgetheilt werden.

Auf dem ehemals Miesbach'schen Werke zu Bergern findet man die Flötze sanft muldenförmig gekrümmt; es folgen von oben nach unten:

1. Hangend-Schotter und Conglomerat;

2. 3 Klafter gelblicher, glimmerreicher, feiner Sand mit Eisenoxydhydrat in Streifen und Flecken. Hier finden sich zuweilen aufrechtstehende auf der schmalen Tegelschichte, die als Hangendes das oberste Flötz begleitet, aufsitzende Baumstümpfe;

3. 1 bis 3 Zoll gelblicher oder gelblichgrauer fetter Tegel;

4. Am Ausgehenden 2 Fuss, in der Muldenmitte $7\frac{1}{2}$ Fuss Lignit; in der Muldenmitte schiebt sich eine 4 Zoll mächtige Schicht von dunklem fetten Tegel mit kohligen Pflanzentheilen in das Flötz ein, und trennt von demselben eine $1\frac{1}{2}$ Fuss mächtige Liegendbank;

5. 2 bis $2\frac{1}{2}$ Fuss äusserst reiner feiner Quarzsand, weiss oder schwach gelblich weiss;

6. 2 Fuss bläulich-weisser bis fast weisser etwas sandiger Tegel, der als brauchbarer Töpferthon benützt wird;

7. Schlier.

Zu Palamberg nächst Zell beobachtet man:

1. Schotter und Conglomerat;

2. Sandiger Tegel;

3. Lignitflötz, am Ausbiss 4 Fuss mächtig;

4. 6 Klafter gelblich-grauer glimmeriger Sand;

5. 1½ Klafter reiner fetter, weisser bis blaulicher Tegel;
6. 9 Fuss Lignitflötz;
7. 1 Fuss Tegel nach innen sich ganz auskeilend;
8. 6 Fuss Lignitflötz;
9. 3 Fuss dunkler Thon mit einzelnen kohligen Pflanzentrümmern;
10. 3—4 Fuss lichterer Tegel, etwas sandig, als Töpferthon verwendbar;
11. Schlier.

Zu Thomasroith nächst Ottnang endlich:

1. 40—50 Klafter Schotter und Conglomerat;
2. 2—3 Fuss sandiger Tegel;
3. 6 Fuss Lignitflötz;
4. Schmale Tegellage, angezeigt durch die an der Sohle des Lignitlagers allenthalben entspringenden Quellen;
5. 10—12 Klafter gelblich-grauer Sand mit Eisenoxydhydrat in Streifen und Flecken;
6. 1—2 Fuss bläulich- und gelblich-grauer, ausgetrocknet aber lichtgrauer fetter Tegel;
7. 2 Klafter Lignitflötz;
8. 3—4 Fuss dunkler Tegel mit vielen Kohlenstreifen und absätzigen schmalen Lignitlagen, dann kohligen Pflanzentrümmern;
9. 4—8 Fuss Lignitflötz;
10. 1 Fuss dunkelgrauer, sehr feinglimmeriger, fetter Tegel, mit einzelnen kohligen Pflanzentrümmern;
11. 3—4 Fuss lichterer, grauer sandiger Tegel, etwas fett, als Töpferthon verwendbar;
12. Schlier.

Der Schlier selbst erscheint in der Umgegend des Hausruck-Gebirges in den oberen Theilen vorwaltend sandig und besteht im Wesentlichen aus einem Wechsel von Sand und verhärtetem Tegel und Mergellagen, wobei der Sand selbst weitaus vorwaltet. In allen Schliergruben der Umgegend von Ottnang, Atzbach u. s. w. nimmt dieses Gebilde die obersten Lagen ein; es zeigt selten Schichtenverdrehungen oder Windungen; nach abwärts tritt aber der Sand mehr in den Hintergrund und man hat dann einen regelmässigen Wechsel von dünnen Sand- und Tegellagen; in diesen bemerkt man oft mannigfaltige Biegungen und Windungen der Schichten, wie von Strömungen

oder gewaltigen Aufregungen der Gewässer herbeigeführt, während die Sandschichten darüber stets regelmässig liegen. So zeigt die grosse Schliergrube, westlich von Ottnang, die in Fig. 8 dargestellte Lagerung; 1. bezeichnet den regelmässig gelagerten Schliersand; 2. die gewundenen Schichten bestehen aus dünnen Lagen von Mergelthon oder verhärtetem sandigen Tegel, die durch äusserst dünne, glimmerreiche Sandlagen, oder auch nur durch Lagen sparsamer Glimmerblättchen von einander getrennt sind. Zwischen ihnen schieben sich hin und wieder stärkere Zwischenlagen oder förmliche Keile von Sand ein, endlich treten unregelmässige Putzen (M) von reinem mehr dickschichtigem und sandfreiem Mergel auf.

Zu unterst folgt dann reiner Schliermergel; noch ober diesem zeigen sich aber in manchen Gegenden 3 — 6 Zoll mächtige Schichten von festerem Sandstein, dessen Körner durch kohlensauren Kalk conglutinirt sind.

Von Wolfsegg wendet sich der Durchschnitt nach Süd 10° W., nach Schmidham nimmt hier die Richtung S. 15° W. an und erreicht bei Vöklabruck das weite Alluvialthal der Vökla.

Die sämmtlichen Hügel dieser Strecke bestehen aus Schlier, doch steht dieser an der Oberfläche nur selten an, sondern wird erst durch die Schliergruben aufgedeckt; fast über alle diese Hügel ist nämlich eine Decke von Diluvialschotter mantelförmig ausgebreitet; mit demselben steht hin und wieder ein sandiger rother Thon in Verbindung, der zur Ziegelerzeugung benützt wird. Flache Gehänge sind fast immer mit diesen Gebilden bedeckt, nur der Gipfel und der Fuss zeigen oft den Schlier anstehend. Die Mächtigkeit dieser Decke beträgt meist nur ein paar Fuss, wesshalb sie auf unserem Durchschnitte nicht weiter angegeben werden konnte, doch gibt Fig. 11 ein Beispiel des Vorkommens an dem westlich nächst Ottnang gelegenen Rücken. An dem sanften östlichen Gehänge zeigt sich die Schotterdecke bis gegen den Ort, der steile Westabfall dagegen zeigt den Schlier entblösst. Die Geschiebe dieses Schotters erreichen selten die Grösse einer Doppelfaust; alle Zwischenräume zwischen ihnen sind mit grobem Sand ausgefüllt. Es sind meist Quarzgeschiebe, zum Theile sehr flach, wahrscheinlich aus einem Glimmerschiefer-Gebirge, da sich an demselben öfter noch etwas Glimmer und eine schiefrige Structur zeigt; ausserdem fanden sich einzelne Geschiebe

einer sehr festen Grauwacke, dann von Gneissgranit und von einem braunen glimmerarmen Sandsteine. Sehr häufig durchzieht Eisenoxydhydrat diese Schotterablagerung. Der erwähnte Ziegelthon ist ziemlich sandig und glimmerig, wenig fett, er hat ausgetrocknet eine lichte bräunlichgelbe Farbe; er liegt in der Regel auf dem Schotter.

Von Vöklabruck geht der Durchschnitt in gerader Linie nach Aurach nach S. 10° O. Das Alluvium der Vökla hält bis Ober-Regau an; dann folgen Conglomerate und Schottermassen, welche die Hügel über Aurach hinaus bis zum Wiener Sandstein bilden. Nur an wenigen Stellen ist der tiefer liegende Sandstein oder Schlier entblösst, so am Aurachbach südlich von Siking, eine Stunde östlich von unserem Durchschnitt. Der Schotter selbst bildet Hügel, nicht Terrassen, und unterscheidet sich dadurch von dem Diluvial-Schotter und Conglomerat, welches die Ufer der Flüsse, namentlich der Traun, begleitet. Er enthält vorwaltend Kalk und Sandsteingerölle aus den Alpen, nahm also das Material zu seiner Bildung jedenfalls anderswo her, als der Quarzschotter des Hausruckgebirges, dessen Geschiebe wohl unzweifelhaft aus dem nördlichen Urgebirge stammen.

3. Die Wiener Sandsteinzone.

Die breite Zone von Sandsteinen, Mergelkalken und Mergelschiefern, welche den Nordabhang der von Wien bis Salzburg und weiter bis weit über die Grenze der österreichischen Monarchie hinaus in Baiern und der Schweiz umsäumt, bietet ein geologisches Problem, dessen Lösung ungeachtet aller Bemühungen der letzten Jahre verhältnissmässig nur geringe Fortschritte gemacht hat. Während die Kenntniss der krystallinischen und der Schiefergebilde der Centralalpen mächtig gefördert wurde, während die Altersbestimmung und Abgrenzung der einzelnen Etagen der Kalkalpen von Jahr zu Jahr eine grössere Sicherheit erlangt, und früher abweichende Ansichten über dieselben mehr und mehr in Einklang gebracht werden, haben sich die Schwierigkeiten, welche sich einer befriedigenden Deutung der Gesteine der bezeichneten Zone entgegen stellen, durch die sorgfältigen und umfassenden Beobachtungen der letzten Jahre eher vermehrt als vermindert.

Es ist wohl hier nicht der Ort in eine umständliche Geschichte der Ansichten einzugehen, welche nach und nach von den berühmtesten Geologen über den Wiener Sandstein aufgestellt wurden; es

genüge zu bemerken, dass es von der Grauwacke herauf bis zu den Tertiärschichten kaum eine Formation gibt, mit welcher man es nicht versucht hätte den Wiener Sandstein zu parallelisiren und wenn auch in neuerer Zeit die Meinung, aller Wiener Sandstein, Karpathensandstein, Macigno, Flysch, Tassello u. s. w. sei eocen, mehr und mehr Eingang fand, so fehlt es nicht an abweichenden Ansichten und zwar gerade von Seite solcher Geologen, welche die detaillirtesten Studien im Gebiete des Wiener Sandsteines selbst anzustellen Gelegenheit hatten.

Schon bei einer früheren Gelegenheit suchte ich nachzuweisen [1]), dass die als Wiener Sandstein bezeichneten Gesteine sehr verschiedenen Formationen angehören können. Weder die grosse petrographische Ähnlichkeit, noch der scheinbare Zusammenhang, in welchem man diese Gebilde entlang dem ganzen Nordabhang der Alpen und Karpathen verfolgen zu können glaubt, können ihre Vereinigung zu einer Formation hinreichend rechtfertigen. Bietet doch der Alpenkalk selbst eine schlagende Analogie; auch dieser wurde von allen älteren Geologen als eine einzige im untrennbaren Zusammenhange stehende Formation betrachtet, die man, je nachdem man an einzelnen Stellen Belege dafür aufzufinden vermochte, bald tiefer, bald höher in die Normalreihe stellte. Gegenwärtig herrscht nicht der geringste Zweifel mehr, dass die ganze Masse desselben aus einer Reihe von verschiedenen Formationen bestehe, die aber, auch wenn man sie nach dem Streichen der ganzen Kalkalpenzone verfolgt, an verschiedenen Stellen derselben eine sehr verschiedene Entwicklung zeigen. So ist es als feststehende Thatsache zu betrachten, dass in den westlichen Kalkalpen in der Schweiz die obere Jura- und die Kreideformation vorwalten, während in den nordöstlichen Alpen die Trias- und Liasschichten weitaus herrschend sind.

Die Erkenntniss dieser Thatsachen und die richtige Abgrenzung der verschiedenen Formationen des Alpenkalkes wurde ermöglicht einzig und allein durch die Auffindung von bestimmbaren Petrefacten an überaus zahlreichen Localitäten; die ungemein grosse Seltenheit derselben in dem sogenannten Wiener Sandsteine ist wohl die einzige Ursache, welche es bisher unthunlich erscheinen liess, auch diesen überall mit Sicherheit in seine einzelnen Elemente aufzulösen.

---

[1]) Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt, 1850, I. S. 47.

Die im Wiener Sandstein am häufigsten vorkommenden organischen Reste sind bekanntlich die zuerst von Brongniart[1]) näher untersuchten und benannten Fucoiden. Sie finden sich in gleichen oder sehr ähnlichen Arten beinahe allenthalben im Wiener und Karpathensandstein der Nordalpen, sowie der im Macigno und Albarese der Südalpen, im Flysch der Schweiz u. s. w. Leider bieten sie aber keine Anhaltspunkte zur Formationsbestimmung, denn ganz übereinstimmende Formen kommen in Schichten sehr verschiedenen Alters vor. So finden sich, um einige Beispiele herauszugreifen: *Chondrites intricatus*, *Ch. furcatus*, *Ch. Targioni* u. s. w., die Brongniart zuerst aus dem Wiener Sandstein der Umgegend von Wien beschrieb, nach Savi und Meneghini[2]) zusammen mit einem Hamiten der in der *pietra forte* von Florenz, einem Gesteine, in welchem Meneghini später noch zahlreiche bezeichnende Kreidefossilien auffand[3]); dieselben Fucoiden sind aber auch sehr verbreitet in dem sogenannten Albarese in ganz Toscana, einem Gesteine, dessen unmittelbarer Zusammenhang mit den eocenen Nummulitenschichten ausser Zweifel erscheint. Dieselben Arten finden sich in den nordöstlichen Alpen, sowohl in den der Neocomienformation angehörigen Aptychenmergeln von Stollberg, als auch in den durch Nummuliten charakterisirten Sandsteinen von Greifenstein. Sandsteine, petrographisch denen von Klosterneuburg und Greifenstein vollkommen ähnlich, mit Zwischenlagern von grauem Fucoidenmergel fand Herr Dr. Peters[4]) in untrennbarem Zusammenhange mit den der oberen Kreide angehörigen Rudistenschichten von Althofen in Kärnten, und zahlreiche Fucoiden, die ich von denen des Wiener Sandsteines kaum zu unterscheiden vermag, fand ich in diesem Jahre in dem rothen Liaskalk von Induno bei Varese in der Lombardie.

Diese Beispiele liessen sich leicht durch zahlreiche andere aus den Alpen, Karpathen und Appenninen vermehren. Sie beweisen, dass entweder wirklich Wesen von so niederer Organisation, wie die Fucoiden es sind, durch längere Zeitepochen in ganz gleichen Arten fortgelebt haben, oder dass sich die verschiedenen Arten der-

---

[1]) Histoire des végétaux fossiles u. s. w.

[2]) Osservazioni stratigraphiche e paleontologiche concernenti la Geologia della Toscana, pag. 127.

[3]) Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt V. 1854, S. 228.

[4]) Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt VI. S. 548.

selben durch Merkmale unterscheiden, die bisher dem Scharfblicke der Botaniker, die sich mit ihrer Untersuchung beschäftigten, entgingen.

Bessere Anhaltspunkte gewähren die freilich nur sehr vereinzelten Vorkommen anderer Fossilien. Durch sie werden in dem früher sogenannten Wiener Sandsteine der nordöstlichen Alpen folgende Formationen angedeutet:

1. Unterer Lias. Die Sandsteine unserer Grestener Schichten. Näheres über dieselben enthält meine Abhandlung über die Gliederung der Trias-, Lias- und Juragebilde in den nordöstlichen Alpen [1]), auf die ich hier verweisen darf. Bei den geologischen Aufnahmen bot es keine besonderen Schwierigkeiten dar, die hierher gehörigen Schichten von den übrigen Wiener Sandsteinen abzutrennen, selbst da, wo sie mit ihnen in unmittelbarer Berührung stehen.

2. Neocomien. In einer besonderen Mittheilung: „Die Aptychenschiefer in Niederösterreich" wies Čjžek [2]) die Existenz von mehreren Zügen von hydraulischem Kalk und thonigen, grauen, rothen und grünlichen Schiefern nach, welche der Hauptzone der Wiener Sandsteine regelmässig eingelagert, ungeachtet ihrer relativ geringen Mächtigkeit, dem Streichen nach eine sehr bedeutende Ausdehnung besitzen. In einem derselben bei Stollberg entdeckte er nicht eben selten Belemniten und Aptychen, welch' letztere später von Dr. K. Peters näher untersucht [3]) und als der Neocomien-Formation angehörig erkannt wurden. Dieselben hydraulischen Kalksteine und Ruinenmergel wurden später weiter nach West an vielen Stellen im Gebiete des Wiener Sandsteines aufgefunden, doch bisher noch nicht an Stellen, wo sich durch das Vorkommen von Nummuliten oder anderen Fossilien ein eocenes Alter der Wiener Sandsteine nachweisen lässt. Das Vorkommen dieser hydraulischen Kalksteine kann demnach, soweit die bisherigen Erfahrungen reichen, als bezeichnend für Neocomien-Wiener-Sandstein angesehen werden.

Die Entdeckung eines *Inoceramus* im Sandsteine des Kahlenberges, die wir Herrn Gustav Petter verdanken [4]), kann, wenn auch

[1]) Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt 1853, IV. S. 739.
[2]) Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt 1852, III. S. 1.
[3]) Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt 1854, V. S. 439.
[4]) Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt 1853, IV. S. 637.

die Species nicht näher bestimmbar ist, jedenfalls auch als ein Beweis, dass die dortigen Sandsteine älter sind als die Eocenformation betrachtet werden.

3. Eocenformation. Abgesehen von dem schon seit längerer Zeit bekannten Vorkommen von Nummulitenkalken und Sandsteinen am Nordrande der Wiener Sandsteinzone am Waschberge bei Stockerau, bei Oberwels nördlich von Gmunden, dann zwischen Mattsee und St. Pangraz bei Laufen, verdienen hier die erst in den letzten Jahren aufgefundenen Nummuliten im Sandstein bei Greifenstein nördlich von Klosterneuburg eine besondere Erwähnung umsomehr, als über diesen Fund bisher noch nirgend eine ausführlichere Beschreibung veröffentlicht wurde.

Verfolgt man das durch den Donaudurchbruch aufgeschlossene Profil von Nussdorf bei Wien über Klosterneuburg bis Greifenstein, so erkennt man bis in die Gegend von Kritzendorf, eine halbe Stunde nördlich von Klosterneuburg, stets die gleichen Gesteinslager wie am Kahlenberge und Leopoldsberge bei Wien; feinkörnige Sandsteine in meist nur 1 bis 2 Fuss mächtigen Bänken wechsellagernd, mit noch weit schmäleren Schichten von Mergelschiefern, die häufig Fucoiden enthalten und dazwischen stellenweise die Züge von hydraulischem Kalk mit den sie begleitenden Mergeln.

Von Kritzendorf gegen Höflein und Greifenstein zu ändert sich aber allmählich der petrographische Charakter. Die äussere Physiognomie der Berge bleibt zwar die gleiche, auch bestehen dieselben wie früher aus Sandstein mit Zwischenlagen von Mergelschiefer. Die Sandsteine sind jedoch heller gefärbt, mürber, grobkörniger. Sie bilden dicke Schichten, ja oft viele Klafter mächtige, ungeschichtete Massen, die wieder mit dünner geschichteten Partien abwechseln. Die mit ihnen wechsellagernden Mergelschiefer sind weicher, weniger deutlich schiefrig und enthalten weit seltener Fucoiden. Hydraulische Kalke finden sich hier nicht vor. In dieser Art beobachtet man die Gesteine besonders deutlich in den zahlreichen Steinbrüchen in der Umgegend von Greifenstein und Höflein. In den hellen Sandsteinen nun fanden sich, aber stets vereinzelt und sehr selten, deutliche Nummuliten von 4 bis 6 Linien Durchmesser, deren Kalkschale stets mürbe ist und an der Luft leicht zerfällt. Die Schichten fallen so wie die der übrigen Wiener Sandsteine nach Süd etwas in Ost.

Die Grenze dieser eocenen Sandsteinpartie gegen den übrigen Wiener Sandstein ist theils mangelnder Entblössungen wegen, noch mehr aber wegen der Seltenheit der Nummuliten und der gleichförmigen Lage der Schichten nicht scharf zu bestimmen, doch lässt sie sich ungefähr von Kritzendorf an der Donau, nördlich an Gugging vorüber bis gegen Hintersdorf und St. Andrä im Tullner Felde ziehen. Weiter nach Westen sind Gesteine von gleicher Beschaffenheit wie die von Greifenstein in der Wiener Sandsteinzone nicht bekannt geworden.

Noch scheint es erforderlich einige Worte über die Lage der Schichten der Wiener Sandsteinzone beizufügen. Dieselben fallen der ganzen Strecke von Wien bis Salzburg entlang weitaus vorwaltend nach Süden, also widersinnisch gegen das Gebirge ein. Dieselbe Neigung zeigen, wie schon erwähnt, die Nummuliten führenden Sandsteine von Greifenstein, dann aber auch die wahrscheinlich eocenen Mergel- und Conglomeratschichten von Hagenau und Starzing südwestlich von Sieghartskirchen, die Nummulitenschichten nördlich von Gmunden, jene von Mattsee u. s. w., die alle am Nordrande der Sandsteinzone auftreten. Die Stellung der Schichten, welche ganz an jene erinnert, die man in der Molasse der Schweiz, in den der Alpenkette zunächst gelegenen Partien südlich von der antiklinalen Linie beobachtet[1]), wurde wiederholt Veranlassung, dass man die nördlicher gelegenen, also gegen den Wiener Sandstein einfallenden Nummuliten und Eocengebilde für wirklich älter hielt, als die ganze Zone der Fucoiden-Sandsteine. Dass diese Folgerung hier, wo auch die Fucoiden-Sandsteine selbst wieder scheinbar unter die weit älteren Kalksteine einfallen, nicht stichhältig ist, bedarf wohl keiner weiteren Auseinandersetzung; so wie die Fucoiden-Sandsteine jünger sind als die Alpenkalke, müssen auch die Eocengebilde mit Nummuliten u. s. w. wieder jünger sein, als die genannten Sandsteine.

Nebst den drei genannten Formationen ist vielleicht auch die obere Kreide in einzelnen Theilen der Sandsteinzone der nordöstlichen Alpen vertreten. Bekanntlich zieht Hohenegger einen grossen Theil der Sandsteine der Hochkarpathen zum Albien oder Gault, und auch in den Südalpen kommen in dem flacheren Berg- und Hügelland am Fusse der höheren Kalkalpen Gesteine der oberen

---

[1]) Studer, Geologie der Schweiz, II. S. 374.

Kreidenlagen in weiter Verbreitung vor. In der eigentlichen Wiener Sandsteinzone nun fand Herr Lipold an zwei Stellen, nämlich beim Leiterbauer am Nord-Ostende des Zeller See's, dann beim Mösselbauer am Ostufer des Mond-See's Gesteine mit Hippuriten die mit jenen der Gosauformation übereinstimmen. Ich besuchte später beide Punkte: den ersteren im Jahre 1853 zusammen mit Herrn Dr. K. Peters, den zweiten im Jahre 1854 in Gesellschaft von Herrn K. Ehrlich und Herrn Hinterhuber, Apotheker zu Mondsee, der uns an die Stelle führte. Beide Vorkommen, so interessant sie auch sind, scheinen mir aber doch keinen directen Beweis herzustellen, dass ein Theil der dortigen Wiener Sandsteine der oberen Kreide angehöre. Am Zeller See finden sich die Hippuriten in abgerundeten Blöcken eines Kalksteines, die zusammen mit anderen oft 2 bis 3 Fuss im Durchmesser haltenden Rollstücken sehr verschiedenartiger Kalk- und Sandsteine in einem zähen Lehm conglomeratartig eingelagert sind. Das ganze Gebilde wird durch einen kleinen, von Ost nach West herabkommenden Bach aufgeschlossen, es gehört wohl sicher einer jüngeren Formation an, welche den Fuss der höheren Sandsteinberge umsäumt.

Der Hippuritenkalk beim Schwaighof unweit Mössl am Mondsee dagegen bildete einen kleinen, aus einem Felde vorragenden Block, den man oberflächlich absprengte und dann überackerte. Zur Zeit, als ich die Stelle besuchte, war von diesem Gesteine nichts mehr zu sehen. Das Feld befindet sich auf einem niederen Abhange, der nur wenig über die Alluvialebene emporragt, und weiter erst erheben sich die höheren Berge von Wiener Sandstein. Auf dem Felde selbst zeigten sich Stücke von Sandstein und Kalkstein, dann auch Rollstücke von Quarz. In einem Steinhaufen, ganz nahe beim oberen Schwaighofer (Felber), fanden wir Gerölle von den verschiedensten Kalkarten. Auch hier hat man es demnach wahrscheinlich mit einem aus der Ferne hertransportirten Block zu thun, der nicht dem Wiener Sandstein selbst angehört.

Nach dieser Abschweifung können wir nun wieder zur Betrachtung unseres Durchschnittes zurückkehren. Derselbe läuft von Aurach in rein südlicher Richtung bis zur Grenze gegen die Kalksteine. Die Nummulitenschichten, die als unter den Tertiärgebilden verdeckt in der Gegend von Aurach angegeben sind, sind auf der Durchschnittslinie selbst nicht beobachtet, sie sind nach dem nur

wenig mehr als eine Meile weiter östlich gelegenen Vorkommen von Oberweis eingezeichnet. Herr Prinzinger beobachtete daselbst ein Fallen nach Süd. Das Gestein ist ein weissgelb gefärbter Kalkstein mit zahlreichen Quarzkörnern, der die Nummuliten und andere Eocenfossilien enthält.

Der Zug der Sandsteine selbst erreicht auf der Linie des Durchschnittes eine Breite von etwa 1¼ Meile. Er steigt zu Bergen an, die, wie der etwas östlich von der Durchschnittslinie gelegene Gmundnerberg, eine Seehöhe von mehr als 500 Klaftern erreichen. Dicht an der Nordgrenze desselben, zwischen Neudorf und Aurach, beobachtete Herr Prinzinger fest anstehende hydraulische Kalke, gleich jenen von Stollberg in Niederösterreich, dem Sandsteine eingelagert. An der Südgrenze gegen den Kalkstein zu nehmen die Schichten, die alle regelmässig nach Süden fallen, eine steile, oft senkrechte Lage an. Es tritt hier ein zweiter mächtiger Zug von eigenthümlichen Gesteinen auf, wie sie die hydraulischen oder Aptychenmergel zu begleiten pflegen. Am Aurachbache südlich, dicht beim Meuer-Teufel, fand Herr Lipold röthliche Mergelkalke, hinter ihnen weisse Kalksteine und dann dunkle Mergel, alle sehr dünnschiefrig, stark gewunden, brüchig. Noch weiter südlich im Graben, der vom Rothenstein herabkommt, fand er weisse Mergel, hinter ihnen auf längere Strecke rothe Mergelschiefer mit rothen von thonigem Mergel durchzogenen Kalksteinen; noch höher endlich, dicht an der Grenze gegen den Alpenkalk, ganz seiger stehende Schichten von Kieselkalken und Mergeln.

Nach diesen Beobachtungen sieht man sich genöthigt, den ganzen hier entwickelten Sandsteinzug von Aurach bis zum Alpenkalk derjenigen Abtheilung der Wiener Sandsteine zuzuzählen, die der Neocomien-Formation angehört, da keine sicheren Anhaltspunkte vorliegen, einzelne Theile desselben, die vielleicht in die obere Kreide gehören könnten, davon abzutrennen.

4. Vom Aurachbach bis in die Gegend von Ischl.

Von Aurachbach über den vorderen Langbathsee bis zur Spitze des Höllengebirges behält der Durchschnitt seine rein nord-südliche Richtung bei. Zunächst den im vorigen beschriebenen Gesteinen der Wiener Sandsteinzone finden sich am Nordgehänge des Rothensteines steile zackige Dolomitfelsen, an denen man keine Schichtung wahr-

nimmt. Sie werden in regelmässiger Aufeinanderfolge überlagert von Petrefacten führenden Kössener Schichten, Adnether Schichten, endlich hell gefärbten Jurakalken, gleich jenen des Höllengebirges selbst.

In der tiefsten Spalte des Langbaththales zeigen sich am Grunde wieder die hell gefärbten petrefactenleeren Dolomite, und steigt man aus dem Thale aufwärts, die Abhänge des Höllengebirges hinauf, so erscheinen bald wieder deutlich geschichtet und flach nach Süd fallend die dunklen Kössener Schichten, und auf ihnen rothe Adnether Schichten. Diese Gebilde, die hier keine sehr beträchtliche Mächtigkeit erreichen, bilden am Nordgehänge des Höllengebirges eine tiefere Stufe, über sie erheben sich in schroffen Wänden die ausgedehnten Kalk- und Dolomitgesteine, welche die Hauptmasse des Gebirges bilden. Diese müssen, als noch über den Adnether Schichten gelagert, der Juraformation zugezählt werden. Sie haben zwar noch keine Fossilien geliefert, stimmen aber auch petrographisch mit jurassischen Kalksteinen aus anderen Theilen der Alpen, deren Altersbestimmung durch vorkommende Fossilien sichergestellt erscheint, überein. So namentlich mit den jurassischen Aptychen führenden Kalksteinen der Spitze des Sandlings bei Aussee u. s. w.

Zunächst über den Adnether Schichten fallen die Schichten, diesen conform, nicht sehr steil gegen Süd. Weiter aufwärts wird aber nach Herrn Lipold's Beobachtungen der Fallwinkel steiler und steiler, und schon beim Albererkogel, etwa ½ Stunde östlich von unserem Durchschnitte, stehen dieselben senkrecht. Diese Stellung der Schichten bedingt die steilen Wände, die das Höllengebirge überhaupt gegen das Langbaththal zu bildet; sie wird auch Veranlassung zu häufigen Felsabstürzen in dieses Thal.

Von der Spitze des Höllengebirges wendet sich der Durchschnitt in der Richtung Süd 30° West nach Mitterweissenbach, und weiter über das Holzjoch gegen den Thalkessel von Ischl.

Der Mitterweissenbach ist wieder in den älteren Dolomit eingeschnitten, den wir bereits am Rothenstein und im Thale der Langbathseen erwähnt haben. Zwischen ihm und den jurassischen Kalksteinen des Höllengebirges wurden auf der Südseite dieses Gebirges die Kössener und Adnether Schichten nicht beobachtet. Man darf daraus schliessen, dass die jurassischen Kalksteine auch hier die älteren Gebilde ungleichförmig überlagern, in der Art, wie es im Durchschnitt selbst hypothetisch gezeichnet ist. Was aber nur den unteren

Dolomit selbst betrifft, so liegt er, wie sich im Langbaththal sehr deutlich ergibt, unter den Kössener Schichten. Er gehört offenbar der grossen Dolomitetage an, welche man in den nordöstlichen Alpen so oft zwischen den Hallstätter Schichten als unterer, und Kössener oder Dachsteinkalk als oberer Grenze findet [1]. Ob man ihn der einen oder der anderen dieser Formationen zuzählen soll, ist bei dem Mangel bezeichnender Versteinerungen der Willkür überlassen. In dem Gebiete, welches unser Durchschnitt berührt, fand Ehrlich in seinem Gebiete in der Nähe von Mitterweissenbach Ostreen. Beim Ausgehenden des Mitterweissenbaches in das Hauptthal der Traun beobachtete Prinzinger dunkel gefärbte Kalksteine, die den Dolomiten eingelagert scheinen, und südöstlich vom Hohe-Joch beim Starnkogel an der Südgrenze der ganzen Dolomitpartie glaubte er Kössener Schichten zu erkennen, die nach Süd fallen, also ebenfalls den Dolomiten aufgelagert erscheinen. Diese Angaben deuten darauf hin, dass in den bezeichneten Gegenden vielleicht noch mehrfache Formationswechsel zu beobachten wären, deren Nachweis aber späteren Untersuchungen vorbehalten bleiben muss.

5. Der Thalkessel von Ischl.

Derselbe ist bezeichnet durch das Hervortreten der untersten Glieder der Triasformation, welche alle Alpenketten dieser Zone unterteufen, nämlich der Werfener Schichten und Guttensteiner Kalksteine.

Diese Gesteine sind beinahe überall in dem weiten Kessel, der durch die Kreuzung eines Querthales (Traunthal) mit einem Längsthal (Thal der Ischl, als dessen Fortsetzung das Thal des Rettenbaches betrachtet werden kann) gebildet wird, von jüngeren dem Diluvium, der Gosau- und Neocomienformation angehörigen Gesteinen verhüllt; südwestlich vom Orte, nördlich vom Schlosse Wildenstein, sind sie entlang einem kleinen Bächelchen, welches in einer tiefen Schlucht von Nordwest gegen Südost herabkommt, zu Tage gehend zu sehen. Das den Werfener Schiefern angehörige Gyps- und Steinsalzgebirge erscheint überdies am Südfuss des Hundskogels bei Ischl, dann bei Bernegg und am Ischler Salzberge,

---

[1] Vergl. meine Abhandlung über die Gliederung der Trias-, Lias- und Juragebilde in den nordöstlichen Alpen. Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstal, VI, S. 727 und Tabelle Seite 784.

und ist weiter südöstlich in den Gebirgen zwischen Aussee und Ischl sehr verbreitet.

Die niedrigeren Kalkberge, die theils mitten im Thalkessel hervorragen, wie der Jainzen, der Hundskogel und der Berg zwischen dem Kroissengraben und dem Ischlfluss, theils an den Rändern des Kessels auftreten, wie der Kalkzug auf dem Wildenstein steht, die vorspringende Kuppe bei Reiterndorf, die ersten Kalkkuppen auf der linken Seite des Rettenbaches, endlich die aus dem Diluvium emporragenden Kuppen von „Im Brandberg" sind Hallstätterkalke.

Ein besonderes Interesse erhält die Umgegend von Ischl endlich noch durch das Hervortreten einer kleinen Kuppe eines der in den Nordalpen überhaupt so seltenen vulcanischen Gesteine, welche wir zwischen dem Kattereck und Teichhäusel mitten im Walde auffanden. „Es ist", nach einer Untersuchung, der es Herr V. v. Zepharovich auf meine Bitte unterzog, „porphyrähnlicher Trachyt". In der röthlichgrauen, sehr feinkörnigen, matten, stellenweise kleinlöcherigen Grundmasse liegen ziemlich häufig bis 3 Linien lange und höchstens eine Linie breite, tafelige, pellucide, graulich und röthlich weisse Sanidinkrystalle, durch ihre ausgezeichneten glatten Theilungsflächen und rissige Beschaffenheit hinreichend charakterisirt; etwas seltener daneben kleine grüne Amphibol-Nadeln. Ausser dem Sanidin erscheint aber noch gewöhnlicher Orthoklas von ziegelrother Farbe in kleinen ziemlich gut ausgebildeten Zwillingskrystallen als Seltenheit eingewachsen; ebenso Eisenglanz in rundlichen dünnen Schüppchen [1]. In grosser Menge sind in dem Gesteine äusserst kleine gelblich-weisse Körnchen eines zersetzten Minerales, häufig ein dunkles Pünktchen als Kern enthaltend, von welchem eine nähere Bestimmung nicht möglich ist. In den grösseren Hohlräumen gewahrt man eine zart krystallinisch traubige Auskleidung von Quarz, dann Eisenglanzschüppchen, oder auch Ausfüllung durch Calcit-Individuen; meist sind die Wände der Hohlräume dunkelbraun überkleidet. Das Gestein wirkt nicht auf die Magnetnadel, als feines Pulver wird es von concentrirter Salzsäure theilweise zersetzt und ertheilt derselben Eisenfärbung; dünne Splitter schmelzen vor dem Löthrohre an den

---

[1] Ein Eisenglanz führendes Eruptivgestein beschreibt Noeggerath auch von Berchtesgaden. (Amtlicher Bericht der 23. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte zu Nürnberg.) S. 142.

Rändern schwer zu einer schwarzen glasartigen Masse. Das specifische Gewicht erwies sich an zwei Stücken = 2·588 und 2·591".

Betrachten wir nun die einzelnen auf der Linie des Durchschnittes selbst oder in seiner unmittelbaren Nähe auftretenden Gesteine etwas genauer. Derselbe läuft durch den ganzen Kessel bis zum Schlossberge fort in der Richtung Süd 30° West. Zunächst an die im vorigen beschriebenen älteren Dolomite u. s. w. finden sich südlich vom Stahrnkogel, nördlich und nordwestlich von den Bauernhäusern Gstötter die südlich fallenden, also der Dolomit regelmässig aufgelagerten Gesteine der Neocomformation. In einem Graben, gerade nördlich vom Gstötter, beobachtete ich von unten nach oben die folgende Schichtenreihe:

1. Lichtgrauer, zum Theile gelblicher dichter Kalk, mit dunkleren unregelmässigen Flecken, die öfter an Fucoiden erinnern (Fleckenmergel), 1 Fuss.

2. Hellbrauner, muschlig brechender Kalk (hydraulischer oder Aptychenkalk), 2 Fuss.

3. Fleckenmergel (wie Nr. 1), 2 Fuss.

4. Dichter lichtgrauer, muschelig brechender Kalkstein, mit kleinen Hornsteinpartien und Kalkspathadern (Aptychenkalk), 7 Fuss.

5. Fleckenmergel (wie Nr. 1), 2 Fuss.

6. Dunkelgrauer Kalkstein mit viel schwarzem Hornstein in Mugeln und ganzen Lagen, 10 Fuss.

7. Röthlicher, weiss marmorirter Kalkstein mit muschligem Bruch von vielen Kalkspathadern durchzogen, 8 Fuss.

8. Neocomien-Mergel, die nun das Thal weiter nach Süd bis zum Jainzen ausfüllen; einige Lagen sind thonig weich, andere festere gehen in Sandsteine über.

Diese Gesteine ziehen sich westlich fort bis zum Maier in der Ramsau, nahe am tiefen Sattel, der den Jainzen von den nordwärts gelegenen Kalkbergen trennt. Hier (auf der Linie unseres Durchschnittes selbst) tritt ein vorspringender Rücken von Gosaugesteinen auf, welche die Neocomgebilde überdecken, und bis zu den Diluvialgebilden am Ischlfluss anhalten.

Fossilien fanden wir in den Neocomschichten an der eben geschilderten Stelle nicht. Diese Schichten ziehen sich aber in ununterbrochenem Zusammenhange um den östlichen Fuss des Jainzen herum bis nach Ischl selbst, und führen schon hier stellenweise

Versteinerungen. Noch weit schöner entwickelt sind sie aber im Rettenbachgraben, östlich von Ischl. Dunkle graue Schiefer (echte Rossfelder Schiefer) wechsellagern hier in zahllosen Bänken mit mehr kalkigen Lagen; oft findet man auch den Kalk in sphäroidischen Massen dem Schiefer eingebettet. Hornsteine sind häufig im Gesteine. Von Petrefacten fanden wir den charakteristischen *Aptychus Didayi*, Ammoniten (wahrscheinlich *A. subfascicularis d'Orb.*), Nautilen und Fucoiden.

Die Gosauschichten, die sich, wie schon erwähnt, über die Neocomienmergel lagern, sind zu unterst röthliche Kalksandsteine, ganz ähnlich den an andern Orten in den Alpen (Neuwelt, Neuberg u. s. w.) häufigen Orbitulitenkalken; über ihnen folgt rothes Gosauconglomerat. Die durch ein rothes eisenschüssiges Cement zusammen gebackenen Rollstücke bestehen grösstentheils aus Kalksteinen.

Die Gosaugesteine halten an bis zu den Diluvialbänken, welche das rechte und linke Ufer des Ischlflusses begleiten, hinter diesen erscheinen sie wieder und zwar nördlich fallend, und dann trifft unser Durchschnitt auf den zwischen dem Ischlfluss und dem Kroissengraben gelegenen Berg von Hallstätterkalk, und dann in dem letztgenannten Graben wieder auf die Neocomiengesteine. An der Nordseite des Grabens erscheinen grünlich-graue Mergelschiefer mit sehr viel Hornstein; auf der Südseite befinden sich Aufgrabungen in einem sehr zähen Thone, der zum Ziegelbrennen verwendet wird; in einer der höher gelegenen Gruben schon nahe gegen Kattereck hinauf erkennt man, dass dieser Thon durch die Verwitterung der Neocommergel gebildet wird, von denen unzersetzte Stücke noch häufig im Thon zu finden sind.

Mit den Neocomienschiefern wechsellagern Sandsteine, die theils sehr grobkörnig glimmerreich mit Kohlenspuren, theils feinkörnig und an den Schichtflächen mit Wülsten und Unebenheiten versehen, und dann den gewöhnlichen Wiener Sandsteinen sehr ähnlich sind. Auf den Kluftflächen ist dieser Sandstein mit Schliffen versehen; Kalkspathadern, mitunter auch Gypsschnürchen, durchsetzen das Gestein. Lipold beobachtete ein Fallen der Schichten nach West, also unter die westlich und südlich folgenden Gosauschichten, er fand in den Schiefern Ammoniten.

Südlich vom Kroissengraben, beim Kattereck folgen wieder Gosauschichten, und zwar Sandsteine sowohl als Conglomerate.

Schichtung ist nicht wahrzunehmen; die Sandsteine enthalten aber nicht selten Fossilien, Exogyren, eine Lima, Rudisten und Spuren von Pflanzenabdrücken.

Diese Gosauschichten umgeben beinahe ringsum die oben geschilderte kleine Trachytkuppe. Das sehr bedeckte Terrain hinderte leider die Beobachtung der Contactstellen beider Gesteine; eben so blieb es unsicher, ob im Südwesten der Trachytkuppe zwischen ihr und den sehr nahe folgenden Werfener Schiefern sich noch eine schmale Partie von Gosaugebilden durchzieht oder nicht.

Die Werfener Schichten selbst haben alle charakteristischen Eigenthümlichkeiten dieses Gesteines: sie sind bald roth, bald grün gefärbt, bald mehr bald weniger glimmerreich. In einer feinkörnigen dichten Varietät finden sich hier nicht selten die bekannten Pseudomorphosen von Gyps nach Salz, wie sie Haidinger erst neuerlich wieder von drei neuen Localitäten aus den Werfener Schiefern der Alpen beschrieb [1]. Das Vorkommen unterscheidet sich in nichts von den dort geschilderten. Einige der verschobenen Würfel sind ganz mit Gypsmasse ausgefüllt, bei anderen sind es Hohlräume, innen mit Gyps überzogen, auf dem öfter Dolomit in kleinen Kryställchen abgesetzt ist. In einigen zeigen sich auch Täfelchen von Hämatit, welcher auch auf feinen Kluftflächen in den Werfener Schiefern selbst nicht fehlt. Die treppenförmige Ausfüllung der Hohlräume, so wie die zu Spitzen ausgezogenen Ecken der Würfel finden sich ebenfalls nicht selten. Nebst den deutlichen Pseudomorphosen nach Steinsalz findet man in dem Gestein auch kugelförmige mit Gyps ausgekleidete Hohlräume, dann grössere Massen von Gyps.

Die Werfener Schiefer fallen, wo man ihre Schichten anstehen sieht, deutlich nach Südwest. Mit ihnen in Verbindung stehen auch hier Guttensteiner Schichten, und zwar die dunklen, von weissen Spathadern durchschwärmten Kalksteine sowohl, als auch dunkle Dolomite und gelbe Rauchwacken. Am Ausflusse des kleinen Bächelchens, an welchem alle eben geschilderten Gesteine beobachtet wurden, in die Hizelau sieht man eine Partie dieser Schichten, und zwar schwarze Kalksteine, anstehen. Weiter hinein in dem kleinen Thale zeigt sich eine 3 — 4 Klafter mächtige Masse, von dunklen

[1] Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt, 1853, VI, S. 101.

Dolomiten und gelben Rauchwacken, zwischen zwei Massen von Werfener Schiefern eingeschlossen. Alles fällt nach Südwest.

Steigt man aus dem Graben südlich hinauf auf die Gehänge des Schlossberges, so findet man nordwestlich vom Schlosse Wildenstein Steinbrüche eröffnet, in einem Gesteine, das nach seiner petrographischen Beschaffenheit mit Sicherheit als Hallstätter Kalk zu erkennen ist. Dasselbe ist weiss, blassroth und grünlich marmorirt, mitunter auch schwarz gefleckt, dicht, mit muscheligem Bruch, ohne deutliche Schichtung. Seine Auflagerung auf die Werfener Schichten und Guttensteiner Kalke ist sehr deutlich. Weiter am Schlossberge aufwärts folgen ohne scharf markirte Grenze die gewöhnlichen hellgefärbten Kalksteine und Dolomite.

In der directen Verlängerung des Zuges von Werfener und Guttensteiner Schichten nach Osten liegen, nur durch die Diluvialebene des Traunflusses getrennt, die Gypsgruben an der Südseite des Hundskogels. Sie befinden sich auf einem niederigen, sanft aus dem Diluvium emporragenden, und nördlich an den Hundskogel angelehnten Rücken. Das Material, welches ausgebeutet wird, ist ein theils schwarzgrau, theils röthlich gefärbter Mergel, reich mit Gyps durchzogen, in dem sich einzelne Stücke von buntem Sandsteine vorfinden.

Der nördlich an das Gypsgebirge angeschlossene Hundskogel besteht an seiner Südseite aus dolomitischem Kalk, der von einem versteinerungsleeren, dunkelgrauen, beim Anschlagen nach Schwefelwasserstoff riechenden Kalkstein überlagert wird: er mag noch den Guttensteiner Schichten angehören; an der Nordseite des Berges findet sich dichter lichtgrauer Kalkstein mit den bezeichnenden Fossilien der Hallstätter Schichten, als: *Ammonites respondens* Qu., *A. tornatus* Br., *A. neojurensis* Qu., Globosen, Orthoceren, Crinoiden u. s. w.

Diese Beobachtungen rechtfertigen wohl hinlänglich die Darstellung, wie sie im Durchschnitte gegeben ist. Entsprechend den zu Tage beobachteten nach Süd fallenden Werfener und Guttensteiner Schichten ist, als verhüllt unter den Neocomien- und Gosaugebilden des Kroissengrabens, eine nach Nord fallende Partie derselben Gesteine angenommen, auf welchen die nördlich folgenden Hallstätter Kalke eben so aufliegen, wie jene von Wildenstein auf dem südlichen Flügel. Wir wollen nur noch bemerken, dass die weitere Fortsetzung

des Zuges von unteren Trias-Schichten unter den Diluvialmassen, auf denen das Dorf Roiterndorf steht, in das Sulzbachthal hinauf nach Bernegg gedacht werden muss. Die am Ausgange dieses Thales zu beiden Seiten anstehenden Massen von Hallstätter Kalk enthalten ebenfalls bezeichnende Fossilien, und Spuren von solchen wurden auch in den Kalksteinen des Jainzen und am Imbrandberg gefunden.

6. Vom Thalkessel von Ischl bis zum Hallstätter Salzberg.

Verhältnissmässig wenig Notizen liegen über die erste Partie dieses Theiles unseres Durchschnittes vor. Er läuft vom Schlossberg südwestlich von Ischl in rein südlicher Richtung bis zum Ramsaubach, wendet sich hier nach Süd 30° Ost, um unmittelbar vor dem Gosaubach wieder in die rein südliche Richtung überzugehen, die er bis zu den südlich vom Gosaubache gelegenen Höhen einhält. Hier wendet er sich nach Süd 15° West und geht in gerader Linie über den Hallstätter Salzberg zum Echernbach. Die Hauptmasse der Gebirge, welche hier von ihm berührt werden, besteht aus den hellen Dolomiten und Kalksteinen, die ihre Stelle zwischen dem Hallstätter Kalk und eigentlichen Dachsteinkalk einnehmen, auf unseren Karten aber überall mit dem letzteren vereinigt sind. Übrigens fand Herr Lipold in der westlichen Fortsetzung der Gebirgsmasse, die uns beschäftigt, nördlich von Russberg über der Traunwandalpe in einem Blocke die bezeichnende Bivalve (*Megalodus triqueter*). Das Gestein ist ein lichtgrauer Kalkstein, der nach Nord fällt.

Unterbrochen werden diese Dolomite und Kalksteine an der Jochwand südlich vom Weissenbachgraben, südwestlich von Laufen, durch einen bräunlichgefärbten, splitterigen, hornsteinführenden Kalk, der nach Nordwest fällt, und von Prinzinger, der diese Gegend untersuchte, als ganz übereinstimmend mit den Kalksteinen der von Lipold beschriebenen [1]) Oberalmer Schichten geschildert wird. Er darf demnach wohl als eine den älteren Kalksteinen ungleichförmig aufgelagerte Partie von Jurakalk betrachtet werden, um so mehr, als ausgedehnte Partien desselben Gesteines zum Theile mit bezeichnenden Versteinerungen in den Gebirgen auf der rechten Seite der Traun, wie am Rosenkogel, Rostalriedl, Sandling u. s. w. auftreten.

---

[1]) Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt, 1854, V, S. 595.

Ältere Gesteine, nämlich Werfener Schiefer, finden sich dagegen nach den Beobachtungen von Prinzinger auf der Linie unseres Durchschnittes im hinteren Theile des Ramsaubaches. Sie fallen nordwestlich, und werden unmittelbar von einem dunklen Kalksteine mit undeutlichen Spuren von Petrefacten überlagert. Auf den letzteren folgt grauer Dolomit bis unter die höheren Wände, wo dann geschichteter Dolomit sich zeigt. Der dunkle Kalk könnte die Guttensteiner Schichten, der ungeschichtete Dolomit die Hallstätter Schichten repräsentiren.

Der Zug des gewaltigen von Nordwest nach Südost streichenden Gebirgsstockes der Schildwand, des Eilfer- und Zwölferkogels, des Jocherkogels, Entenkogels u. s. w. besteht in den unteren gegen das Traunthal abfallenden Wänden aus Dolomit, auf dem oberen Rücken und weiter bis hinab in das Gosauthal aus Kalkstein.

Auch die Sohle des Gosauthales, da wo dasselbe von dem Durchschnitt übersetzt wird, nämlich in seinem unteren engeren Theile, ist noch in denselben Kalkstein eingeschnitten. Die Gosauschichten selbst sind erst weiter oben im Thale entwickelt; sie mit in den Durchschnitt einzubeziehen schien um so weniger nöthig, als einerseits schon der Thalkessel von Ischl ein Beispiel ihres Vorkommens bietet, und als andererseits durch die umfassenden neueren Arbeiten, namentlich die classische Abhandlung von Reuss [1]) die Kreideschichten des Gosauthales selbst so genau bekannt wurden, wie wenig andere Gebilde der nordöstlichen Alpen.

Zwischen den Dolomiten und Kalksteinen des Gosauthales und den Guttensteiner und Werfener Schichten, welche nördlich fallend auf der Nordseite des Hallstätter Salzberges anstehen, sollten die Hallstätter Schichten eingelagert sein. Statt ihrer findet man aber, wenn man vom Salzberge über den Pass zur Sadlalpe hinaufsteigt, entschieden jüngere jurassische, vielleicht selbst Neocomien-Schichten, welche die Hallstätter Schichten verdecken mögen. Bei einer Untersuchung in dieser Gegend, die leider durch ungünstiges Wetter unterbrochen wurde und später nicht wieder aufgenommen werden konnte, fanden wir unter den auf die Werfener Schichten von oben herabgefallenen Bruchstücken Gesteine mit dem petrographischen

---

[1]) Denkschriften der kaiserl. Akademie der Wissenschaften. Mathem.-naturw. Classe, VII. Band.

Charakter der Neocommergel und Kalksteine, dann rothe Kalksteine von dem Typus der Kalksteine der Klausschichten. Diese letzteren zeigten sich sogar anstehend bei der Holzstube auf dem Sattel, der vom Salzberge in das Gosauthal hinüberführt. Sie enthalten Spuren von Fossilien (Belemniten und Ammoniten) und scheinen westlich unter die weissen, dem oberen Jura angehörigen Kalksteine des Plassen einzufallen. Diese Gesteine wurden demnach auf dem Durchschnitte als die älteren Formationen ungleichförmig überlagernd eingezeichnet.

7. Das Dachsteingebirge vom Hallstätter Salzberg bis Schladming im Ennsthale.

Von Eduard Suess, Custos-Adjuncten am k. k. Hof-Mineralien-Cabinet.

Das Dachstein-Gebirge besteht aus einer einzigen kolossalen Kalkmasse, welche fast ringsum durch hohe und steile Abstürze begrenzt wird.

Auf seiner Nordseite wird es durch einen in ost westlicher Richtung durch das Lahn- oder obere Traunthal, längs dem Süd-Rande des Hallstätter See's ins Echernthal laufenden Bruch [1]) abgeschnitten, und bietet etwa 4800′ hohe Wände. Die westlichen Abstürze gegen den hinteren Gosau-See betragen 6800′ — 7800′. Am Südrande brechen die Schichtenköpfe der Kalke mit einer Mächtigkeit von 3300′ in furchtbarer Steilheit ab, ihre Gipfel 7000′ über das Ennsthal erhebend. Auf der Ostseite ist es die enge und tiefe Spalte des Salza-Baches, welche den Grimming davon abtrennt.

Dieses weite, öde Hochplateau zeigt im Allgemeinen eine sehr bedeutende Ansteigung gegen Süden. Während sich die Gipfel an seinem Südrande über dem Hallstätter See und dem Echernthale nur zu einer Seehöhe von 6351 Fuss (Hierlatz), 6262 Fuss (Zwölferkogel) oder 6420 Fuss (Gamskogel) erheben, die Wies-Alpe hier keine bedeutendere Höhe als 5280 Fuss besitzt und die Zirbel-Kiefer noch häufig in schönen Exemplaren vorkommt, erheben sich nach Süden hin die Berge und das Plateau, welches sie trägt, staffelförmig immer höher und höher, bis sie knapp am südlichen Absturze des Gebirges im hohen Dachstein ihre grösste Höhe mit 9311 Fuss erreichen. Auf dieser höchsten Spitze unserer Kalkalpen laufen die Grenzen von Österreich, Salzburg und Steiermark zusammen. Ein kleiner

---

[1]) Vergl. den Holzschnitt p. 101, in Cotta's Geol. Briefen aus den Alpen.

Gletscher, unter dem Namen „das Karls-Eisfeld" bekannt, zieht sich von diesem Gipfel nach Süden und wird nach Osten von den Gjajdsteinen, nach Westen vom Hohen- und Niedern-Kreuz umgrenzt. Zu beiden Seiten des Gletschers, sowohl auf den Abhängen gegen das Gosauthal, als auf jenen zwischen dem hohen Gjajdstein und Koppenkarstein, befinden sich kleinere, furchtbare zerklüftete Eisfelder.

Obwohl nun die Gegenden am Nord-Fusse des Dachstein-Stockes, wie z. B. Hallstatt und das Gosau-Thal, seit langer Zeit und zu oft wiederholten Malen von einheimischen wie von fremden Geologen besucht und beschrieben worden sind, findet man doch in den älteren Schriften kaum irgend eine ausführlichere Nachricht über den geologischen Bau des Hochgebirges. Die eigentliche Aufschliessung dieser Region ist, kann man mit Recht behaupten, erst durch Friedrich Simony, und seine am 14. Jänner 1847 vollführte erste Besteigung des höchsten Gipfels geschehen. Die zahlreichen Veröffentlichungen dieses unermüdeten Forschers, welche den Dachstein betreffen, finden sich in den Berichten und in den Abhandlungen der Freunde der Naturwissenschaften (herausgegeben von Wilhelm Haidinger) und in den ersten Bänden des Jahrbuches der k. k. geologischen Reichsanstalt [1]; und obwohl sie sich meist auf physicalische Studien, auf Gletscher-Beobachtungen und Beschreibung der Gebirgsformen beschränken, enthalten sie doch einen reichen Schatz von Belehrung für denjenigen, der die geologische Structur des Gebirges untersuchen will. Seither hat Herr Lipold ein geologisches Profil des grössten Theiles des Dachsteingebirges veröffentlicht [2]; obwohl die Linie desselben so ziemlich mit der von mir gewählten zusammenfällt, sind die Ergebnisse unserer Untersuchungen doch ziemlich verschieden.

Man stellt sich die österreichischen Kalkalpen am richtigsten als einen breiten und mächtigen Streifen von Kalksteinen vor,

---

[1] Die bemerkenswerthesten davon sind: Über die Spuren vorgeschichtlicher Eiszeit im Salzkammergute. Berichte, I. 215—248. — Eine Winterwoche auf dem Hallstätter Schneegebirge und Ersteigung der Dachsteinspitze. Berichte, II, 124—136. — Zweiter Winteraufenthalt auf dem Hallstätter Schneegebirge und drei Ersteigungen der hohen Dachsteinspitze. Ebendas. 207—221. — Meteorolog. Beobachtungen während eines dreiwöchentlichen Aufenthaltes auf dem Dachsteingebirge (nebst Ansicht des Gletschers). Abhandl. I, 317. — Bericht über die Arbeiten der Section V, Jahrb. I, d, 651.

[2] Geologische Stellung der Alpenkalkst. u. s. w. Jahrb. der k. k. geolog. Reichsanstalt, 1852, III, d, 90, Taf. II.

welcher auf rothen Sandsteinen und Schiefern (den Werfener Schiefern) ruht und nicht nur an seinem Südrande unter seinen dem Centralstocke zugekehrten Schichtenköpfen einen fortlaufenden Streifen dieser Schiefer erscheinen lässt, sondern auch durch mehrfache, zum Theile unter einander parallele, antiklinische Linien zersprengt ist, auf denen nun ebenfalls die ihn unterlagernden Werfener Schiefer zum Vorscheine treten. Auf diese Weise theilt sich die Kalkmasse gleichsam in eine Anzahl geotektonischer Elemente oder einzelner Partien, die auf der Karte von den Werfener Schiefern umgrenzt erscheinen. Diese antiklinischen Linien fallen aber keineswegs immer mit den grössten Thalsenkungen zusammen. So treten auch hier in der tiefen Spalte des Echernthales am Nordrande des Dachsteines die älteren Schiefer nicht zu Tage, sondern erst unmittelbar jenseits des Somerau-Kogels, am Hallstätter Salzberge, in einem etwa 1700 Fuss höheren Niveau. Sie stehen hier mit den salzführenden Thonen, wie es scheint, in inniger Verbindung und werden von den versteinerungsreichen Hallstätter Kalken überlagert, die steil aufgerichtet, zum Theile sogar überworfen sind[1]) und den Nord-Abhang sowie den Kamm des Somerau-Kogels bilden. An einer einzigen Stelle des Süd-Abhanges dieses Berges habe ich in Gesellschaft des Herrn F. v. Hauer, von der Klaus-Alpe gegen den Someraukogel ansteigend, im Einrisse eines Baches die Schichtenköpfe einer bei 24 Fuss hohen Partie von festen, dunkeln, etwas grünlich und röthlich gefärbten Schiefern gefunden, welche in 1 bis 3 Zoll starken Platten St. 8—9 streichen und unter 25 Grad nach Süd fallen; sie liegen unmittelbar auf den Schichtflächen eines conform gelagerten lichten Kalkes. Mit Ausnahme dieser kleinen Schieferlage scheint der ganze dem Echernthale zugewandte Absturz des Someraukogels aus Dachsteinkalk zu bestehen und die kolossalen in das Echernthal herabgefallenen Blöcke enthalten in grosser Menge *Megalodus triqueter* Wulf., *Hemicardium Wulfeni* Hau. und hin und wieder die Reste einer grossen, noch unbeschriebenen Gastropoden-Art. Der Kalk ist in dieser Gegend dicht, hellgrau, hier und da von grüner thoniger Masse und auf kleinen Klüften von röthlichem Gyps durchzogen. Die Muschelschalen sind oft durch diese grüne thonige Masse,

---

[1]) Vergl. das Profil des Hallstätter Salzberges.

oft auch durch weissen an den Rändern rothen Kalkspath ersetzt. Stellenweise wird das ganze Aussehen breccienartig und es zeigen sich in der lichten Kalkmasse eckige Bruchstücke von schwarzem Kalk. Die Schichtung ist im Echernthale sowie auf den dem See zugekehrten Fels-Abhängen sehr deutlich und auf die mannigfaltigste Weise gestört. Bei dem ersten Giessbache, der vom Someraukogel herabstürzt, dem sogenannten Schleyerfalle, sind die Schichten stark umgebogen und nach zwei sich kreuzenden Richtungen verworfen.

Nordabhang des Dachsteingebirges. Der gegenüberliegende Abhang des Echernthales bietet die besuchtesten Wege zur Ersteigung des Dachstein-Plateau's. Mag man jenen über die Klaus-Alpe, die Dürrn-Alpe oder über den Mirten-Palfen wählen, so trifft man doch überall auf die Spuren eines gewaltigen Einsturzes, der die Fortsetzung des Echernthales zu bilden scheint.

In der Gegend zwischen dem Hierlatz und dem Grünberge bis zum Thiergarten und in die Herrengasse steigt man blos über zerrissenes Haufwerk. Auch an grösseren Felspartien fallen die Schichten bald Nord, bald Süd, Ost oder West; sie sind nichts als hereingebrochene Trümmer. Die Richtung dieses grossen Bruches, welche anfangs Ost-West ist, scheint sich am Fusse des Hierlatz nach Süd-West zu beugen. Hin und wieder gelangt man hier in ganz enge Spalten, wie die Tropfwände und die Herrengasse und an grosse dolinenartige Einstürze, wie z. B. an den höchst merkwürdigen Kessel der Grub-Alpe und das Thiergarten- oder Bärenloch, einen kesselförmigen Einsturz von etwa 150 Fuss Durchmesser und 80 Fuss Tiefe. Die festen Grenzpfeiler an jeder Seite des Bruches (Hierlatz, Grünberg und Ursprungkogel) zeigen durchgehends nach Süd fallende Schichten.

Dieser ganze Abhang des Gebirges besteht aus Dachsteinkalk, mit Ausnahme einiger in der Nähe der Klaus- und Dürrn-Alpe und an einem oder zwei anderen Punkten im Walde auftretenden Partien eines fleischrothen Crinoidenkalkes, der namentlich an der Klaus-Alpe mit braunrothem eisenschüssigem Kalke in Verbindung steht, in dem man *Ammonites Tatricus, Zignodianus, Hommairei, tripartitus, subradiatus, Terebratula Bouéi, Rhynchonella Hausmanni* und eine Anzahl anderer, den mittleren oder oberen Theil des braunen Jura bezeichnenden Petrefacten gefunden [1]). Die Fauna sowie der

---

[1]) Hauer, Jahrb. 1853, IV, 764, und an and. Ort.

Gesteins-Charakter dieser Ablagerungen erinnern sehr entschieden an jene von Swinitza im Banat und an den Klippenkalk Zeuschner's. Da die Klausalpe bei weitem der versteinerungsreichste Punkt derselben in unseren Alpen ist, hat man für sie den Namen der „Klaus-Schichten“ eingeführt, gegen den sich allenfalls einwenden lässt, dass ich an dieser Localität eben diese Gesteine nie wirklich anstehend, sondern nur in grossen Blöcken aufzufinden im Stande war. Immerhin bleibt das gänzliche Fehlen dieser Schichten auf dem Hochplateau höchst auffallend und kann kaum anders als durch bedeutende Niveau-Veränderungen erklärt werden, welche nach der Ablagerung der Lias-Schichten des Hierlatz und vor jener der Klaus-Schichten erfolgt sein müssen [1]).

Das Hoch-Plateau. Hat man die „Herrengasse“ und ein kleines, mit den schönsten Alpenpflanzen geziertes Wäldchen von *Pinus cembra* passirt, so ist der tiefste Punkt des Hoch-Plateau's, die Wies-Alpe erreicht. Sie hat Hrn. Simony mehrere Male als Hauptquartier gedient, und ich habe sie zweimal, am 10. Juni und am 7. September 1853, bezogen, und mich jedesmal daselbst etwa vierzehn Tage [2]) in Gesellschaft meines vortrefflichen Führers, des Salinen-Arbeiters Johann Wallner aus Hallstatt, aufgehalten. Obwohl ein solcher Aufenthalt mancherlei Entbehrungen mit sich bringt, und wir gegen das Ende des Monates Juni, als die Alm von den Sennerinnen noch nicht bezogen war, durch ein furchtbares Unwetter von der Welt abgeschnitten, sogar in ernstliche Verlegenheiten wegen unserer Nahrungsmittel kamen [3]), zähle ich diese Zeit doch zu meinen angenehmsten Erinnerungen.

---

[1]) Etwa in der Hälfte des Weges zwischen der Dürrn-Alm-Hütte und dem Ursprung-Bache fand ich, auf Blöcken fleischrothen Crinoiden-Kalkes fortgehend, unter dem Schutte ein Fragment desselben Kalkes, das deutliche Gletscherschliffe zu tragen schien. Es fiel mir dies um so mehr auf, als mir sonst kein Beweis vorliegt, dass der Gletscher je so weit vorgerückt sei.

[2]) Die Mittel aus meinen Ablesungen an diesem Punkte haben für die Jodlerhütte, die ich im Frühjahre bewohnte, eine Seehöhe von 5281·5 Fuss (5286 Simony) und für die Gschwandthütte, welche mich im Herbste beherbergte, 5262·7 ergeben. Die Almhütten sind hier ausserordentlich viel ärmlicher gebaut und eingerichtet, als z. B. jenseits des Ennsthales.

[3]) Ich kann nicht unterlassen bei dieser Gelegenheit des freundlichen Eifers und der Umsicht zu erwähnen, mit der mir der damalige k. k. Sudhaus-Inspector zu Hallstatt, Herr Herbst, Hilfe zu bringen suchte, und durch die er mich zum innigsten Danke verpflichtet hat.

Wenn man behauptet für die Alpen sei die Pyramiden-Gestalt, für die scandinavischen Berge jene der Hochflächen bezeichnend, so muss man hievon die österreichischen Kalkalpen ausnehmen. Das Dachstein-Gebirge, der Hochschwab, das Tännengebirge bieten Hochflächen, die mehrere Stunden im Durchmesser haben, und über welche sich die Gipfel nicht sehr bedeutend erheben.

Das Hoch-Plateau des Dachstein-Gebirges besteht, so weit ich es kennen gelernt habe, nur aus zwei deutlich von einander zu trennenden Ablagerungen: dem Dachsteinkalke und dem ihn überlagernden mittleren Lias (den sogenannten Hierlatz-Schichten [1]).

Der Dachsteinkalk, hier fast immer in Bänke von 1 — 4 Fuss Mächtigkeit gesondert, ist von weisslichgrauer Farbe; hin und wieder schwimmen in seiner Grundmasse bis fussgrosse Scherben und Bruchstücke eines andern grell-ziegelroth oder ochergelb gefärbten Kalksteines [2]) und stellenweise (z. B. an den Klüften am südlichen Abhange des Hierlatz) wird er breccienartig und liefert dann einen hübschen Marmor. Von Fossilien bemerkt man darin die schon im Echernthale angeführten Arten und ausserdem Durchschnitte von hoch gethürmten Gastropoden, so wie von einer sehr grossen, von der Dachsteinbivalve verschiedenen Muschel, deren einzelne Klappen im Schladminger Loch 19½ Zoll lang werden. In den obersten Theil des Dachsteinkalkes pflegt sich eine 1 — 2 Fuss mächtige Korallenbank einzuschalten [3]), und über derselben folgen Lagen von weissem Kalke mit eigenthümlichen gelben Flecken.

Der Dachsteinkalk ist auf dem ganzen Plateau nicht nur an seiner Oberfläche von tiefen Karren durchfurcht, welche die Schichtflächen in Reihen scharfer, paralleler Grate zertheilen, und das Gehen oft ausserordentlich erschweren, sondern er ist auch von tiefen Spalten zerrissen, welche alle Wässer verschlingen, den ganzen Abfluss des Gletschers in sich aufnehmen und dadurch der Landschaft einen überaus öden und rauhen Charakter verleihen. Der Wassermangel in

---

[1]) In den nachfolgenden Zeilen habe ich gänzlich von eigenthümlichen Bildungen abstrahirt, die sich hier und da auf diesem Gebirge finden, die ich den „Geyser-Gebilden" des Herrn Dumont zuzählen möchte, und welche der Gegenstand einer selbstständigen Notiz werden sollen.

[2]) Z. B. zwischen der Wildkar-Hütte und der Ochsenwieshöhe.

[3]) Der Lithodendronkalk bairischer Geologen.

der Höhe ist sehr auffallend und ohne allen Zweifel dieser Zerklüftung des Dachsteinkalkes zuzuschreiben. Am Fusse des Gebirges zeigt uns dies der plötzlich mit einer grossen Wassermenge hervortretende Ursprungbach, welcher im Echernthale den Strubbfall bildet, und der seit langer Zeit bekannte Hirschbrunn [1]. Es ist dies ein am Südrande des Hallstätter See's auf der Bruchlinie des Echernthales liegender Kessel, dem Bärenloche ähnlich, doch kleiner, der sich von Zeit zu Zeit ganz mit Wasser füllt, das dann meistens auch über seine Ränder in den See überfliesst. Ein solches Aufquellen von Wasser findet Statt, so oft die Temperatursverhältnisse in der Höhe plötzlich ein stärkeres Abschmelzen des Gletschers veranlassen. Ein zweiter ähnlicher Einsturz heisst der „Kessel". Zerklüftungen kann man auf der Höhe an einigen Stellen in der Richtung der Hoswände, vorzüglich aber am Zwölferkogel studiren. Am Süd-West-Abhange desselben, nicht weit unter dem Gipfel, fand ich eine Höhle, die, wie es schien, durch die Verwitterung einer Zwischenlage des Dachsteinkalkes entstanden war. Nachdem ich etwa 30 Fuss weit in horizontaler Richtung vorgedrungen war, und zu meiner Rechten eine kleine Wand erklettert hatte, gelangte ich plötzlich auf einen Schneehaufen und an eine senkrechte Spalte, durch die ich wieder ans Tageslicht kam. An dem rückwärtigen Lahnbeck-Kogel befindet sich eine ähnliche Höhle, in der ich, nachdem ich 40—50 Fuss weit vorgeschritten war, ebenfalls von oben her Licht einfallen sah. Der Grund dieser Höhle ist stellenweise mit einem silbergrauen Lehme gefüllt. — Die meisten solchen Risse streichen von St. 8 bis Nord-Süd.

Die Hierlatz-Schichten, welche den Dachsteinkalk überlagern, bestehen aus weissen, in hohem Grade krystallinischen Kalken, welche hier und da roth gefärbte Partien enthalten, und fast überall, wo sie auftreten, mit Versteinerungen überfüllt sind. Sie besitzen eine Mächtigkeit von höchstens 150—200 Fuss. In Folge ihrer geringeren Consistenz haben sie in der Regel weder jene scharfen Karrenfelder, noch die tiefen Risse aufzuweisen, welche den Dachsteinkalk auszeichnen. Sie zerbröckeln vielmehr leicht, und es werden insbesondere die petrefactenreichsten und sehr krystallinischen Lagen vom Frost in Haufen kleiner, eckiger Bruchstücke zersprengt. Die Ver-

[1] Vergl. Gruner's Briefe in den Ephemeriden der Berg- und Hüttenkunde von Moll. I. Band, 1805.

steinerungen dieser Ablagerungen entsprechen bekanntlich dem mittleren Lias. Einen breccienartigen Marmor, der zwischen ihnen und dem Dachsteinkalke hier und da sichtbar wird, und eine grosse Menge von eckigen Bruchstücken eines schwarzen Kalksteines eingebacken enthält, könnte man, wenn man eben durchaus die Stufen des *Ammonites bisulcatus* und des *Amm. angulatus* (Lias α oder Sinemurien) vertreten wissen will, als Äquivalent derselben betrachten. Versteinerungen kenne ich daraus noch nicht.

Diese Hierlatz-Schichten nun bilden keineswegs eine zusammenhängende Decke über dem Dachsteinkalke, sondern treten nur gleichsam als Kappen auf den meisten jener, wie ich früher erwähnte, stufenförmig sich gegen Süden übereinander erhebenden Terrassen auf, so z. B.:

am Hierlatz . . . . in einer Seehöhe von 6351′ bis 5960′
„ Gamskogel . . . . „ „ „ „ 6420′
im Schladminger Loch . „ „ „ „ 6382′
hinter dem Ochsenkopf . „ „ „ „ 6660′ (ungefähr)
am Grat zwischen dem vorderen und hinteren
Ochsenkogel in einer Seehöhe von . . . . 7330′
am Wege zwischen dem Ochsenkogel und Niederkreuz in einer Seehöhe von . . . . . 7800′ (ungefähr)

Man kennt sie also in verschiedenen, von einander getrennten Partien, von denen jede ein anderes Niveau einnimmt, und es gibt solche Partien, die einen Höhenunterschied von 1500′ zeigen. Diese Thatsache liefert uns den Schlüssel zum Verständnisse einer Erscheinung, welche einen sehr wesentlichen Einfluss auf die heutige Gestalt des Dachsteingebirges gehabt hat. Denn es ergibt sich aus dieser Vertheilung der Hierlatzschichten, aus dem Vorhandensein der zahlreichen Klüfte im Dachsteinkalke, und endlich aus der staffelförmigen Gestalt des Gebirges, dass dasselbe von zahlreichen und bedeutenden Verwerfungen durchschnitten sei. Wie könnte sonst auch das Hochplateau bei fortwährend nach Süd fallenden Schichten, sich von seinem nördlichen Rande mit einer Seehöhe von 5260′ zu Höhen von 7000′ und 8000′ erheben und endlich am äussersten Südrande im hohen Dachsteine 9311′ erreichen?

Es machen sich zwei Richtungen von Verwerfungen und Klüften besonders bemerkbar, deren eine zwischen St. 24 und 8 schwankt,

während die andere sich mehr der Ost-West-Linie nähert, also auf der ersten etwa senkrecht steht. Hieraus erklärt sich die Gestalt jener kolossalen hexaëdrischen Massen, z. B. des Hierlatz oder des vorderen Ochsenkogels [1]). Das Schladminger Loch dagegen stellt sich als eine mit eben dieser Erscheinung zusammenhängenden Senkung dar, in der die Schichten nicht nach Süd, sondern unter 15 bis 20 Grad nach West fallen.

Die lehrreichste Stelle zum Studium dieser Verwerfungen scheint mir die Strecke zwischen dem Schladminger Loche und dem Nieder-Kreuz zu sein; ein ungefähres Bild dieser Gegend dürften die flüchtigen Notizen geben, welche ich an Ort und Stelle niederschrieb.

Wies-Alpe. 1853. 12. September. Bei heiterem, windstillem Morgen gelangen wir über die Ochsenwies-Alpe auf die Ochsenwies-Höhe und treffen am Wege gleich über der Alpe eine röthliche, einige Fuss mächtige Einlagerung im Dachsteinkalke. Näher an der Ochsenwies-Höhe sieht man in einem Graben eine zweite ähnliche Schicht durchziehen und hinter dem vorderen Ochsenkogel scheint noch eine dritte solche Lage hervorzukommen. Unmittelbar auf die zweite Zwischenlage folgen weisse Kalke mit *Megalodus triqueter* und Gastropoden-Durchschnitten, die stark von Karren durchfurcht sind. Wir wenden uns etwas rechts und erklettern zuerst eine hohe Schuttmasse und dann über Karrenfelder die Einsattlung zwischen dem vorderen und hinteren Ochsenkogel [2]). Von hier aus den vorderen derselben ersteigend, treffen wir auf dieselbe Lithodendron-Bank, welche am gegenüberstehenden Ochsenkopf früher beobachtet wurde. Um 10½ Uhr ist die vordere Spitze erreicht. Temperatur der Luft 7 Grad, Höhe 7011 Fuss [3]). Die Abstürze nach Nord und Ost sind so schroff, dass man selbst unmittelbar am Rande stehend die Fläche der Bergwand nicht zu sehen vermag; das vorherrschende Gestein besteht aus eckigen Bruchstücken von weissem Kalk, die durch ein lichtrothes Bindemittel vereinigt sind. Auf dem Wege von hier gegen den höheren, hinteren Ochsenkopf stösst man, nicht weit über der Korallenbank, auf weisse Kalke mit gelben Flecken, überlagert von

---

[1]) Simony, Berichte d. Freund. der Naturw. I, 241.

[2]) Vergl. Fig. 7.

[3]) Statt der Barometer-Beobachtungen wurden hier die daraus berechneten Höhen eingeschaltet.

einigen Bänken eines sehr reinen weissen Kalkes mit zahlreichen Dachstein-Bivalven, ganz wie am Hierlatz. Es folgen nun einige kleine rothe Zwischenlagen und endlich die Hierlatz-Schichten in ziemlicher Mächtigkeit und von zahllosen Versteinerungen erfüllt (*Ammonites oxynotus*, *Rhynchonella obtusifrons*, *Reussii* u. s. w.), (Seehöhe 7330 Fuss). Ein steiler Abfall von etwa tausend Fuss trennt sie von den im Schladminger Loche anstehenden Hierlatz-Schichten; zugleich bemerkt man die dritte Partie derselben am westlichen Abhange des gegenüberstehenden Ochsenkopfes; die karge Vegetation lässt an den nackten Felsen jede Störung wie an einem Modelle erkennen.

Hat man die Stelle, wo die Hierlatz-Schichten anstehen überstiegen, so gelangt man noch einmal auf Dachsteinkalk. Er bildet die höchste Spitze des Ochsenkogels (7452 Fuss). Weisse Kalke von oolithischer Structur sind hier nicht selten; sie sehen den Nerineen-Kalken des Plassen etwas ähnlich.

Wir erreichen nun ein ziemlich weites, ganz vom Frost zerrissenes Steinfeld; kaum kann man einen festen Schritt thun. Und doch passen die neben einander liegenden Bruchstücke oft noch zusammen. Hierlatz-Schichten sind es, weisse und rothe Kalke gedrängt voll mit den bekannten Versteinerungen, die diese grossartig öde Stelle bilden. Endlich ist der Fuss des Niedern-Kreuzes erreicht und auch hier wieder bildet der Dachsteinkalk die den mittleren Lias überragende Höhe. Hier herrscht eine dunklere Varietät desselben mit vielen schwarzen Punkten vor, in der ich jedoch *Megalodus triqueter* ebenfalls gefunden habe. Sehr erstaunt war ich, hier eine dünne, dunkelrothe sandige Zwischenlage zu finden, denn ich erinnere mich nicht irgend sonst wo etwas Ähnliches gesehen zu haben. Um 2 Uhr 15 Minuten war die Spitze des Niedern-Kreuzes erstiegen (8359′; Luft + 2·6); um bis hierher zu gelangen, hatten wir einige ziemlich steile Eisfelder zu passiren, wurden aber dafür mit einem herrlichen Überblicke des ganzen Plateau's und des gegen das Gosau-Thal hinabhängenden Eisfeldes, so wie des grossen Gletschers zu unseren Füssen belohnt. Weiter vorzuschreiten schien aber unmöglich. Eine mehrere hundert Fuss tiefe Kluft, der Richtung der Verwerfungen entsprechend, schneidet nämlich das Nieder-Kreuz von dem, soweit ich erfahren konnte, bisher unerstiegenen Hohen-Kreuz ab. Ohne besondere Vorrichtungen,

das Einlassen von Eisenringen in den Fels u. s. w. scheint es mir nicht möglich sie zu übersteigen.

Der Hohe Dachstein. Die Ersteigung der höchsten Spitze dieses Gebirges bleibt trotz den von Herrn Simony getroffenen Vorkehrungen immerhin ein sehr gefahrvolles Unternehmen. In der letzten Zeit erst hat dies ein beklagenswerthes Unglück bewiesen. Die Hoffnung eine neue und durch die Nähe der parallelen Beobachtung sicherere Messung der Höhe zu erhalten, veranlasste mich hauptsächlich dieselbe dennoch zu wagen und ich habe am 10. September 1854 nur in Begleitung des Johann Wallner den höchsten Gipfel glücklich erreicht. Man besitzt bereits ausführliche Beschreibungen der mit dieser Besteigung verbundenen Schwierigkeiten [1]) und es sind dies so ziemlich dieselben, welche sich bei dem Erklettern der meisten Hochspitzen wiederholen; ich beschränke mich also auf eine gedrängte Aufzählung der Beobachtungen.

Um 11^h 30′ zeigten meine Instrumente:

Temperatur der Luft . . . . —1·3
Psychrometer . . . . —1·8
Kappeller'sches Barometer:
Ablesung oben . . . . 468·2
„ unten . . . . 64·8
Temperatur des Quecksilbers . . . —0·6

Der Himmel war heiter, nur an der Südseite stiegen einige Nebelwolken herauf. Es gibt dies, die Höhe des Barometers zu Alt-Aussee auf 2999·2 angenommen, eine Seehöhe von 9311·4 Wiener Fuss. Hierlatz-Schichten habe ich auf dem Hohen Dachstein nicht gefunden, sondern nur Dachsteinkalk mit *Megalodus triqueter* ganz übereinstimmend mit Simony's Angaben, und zwar ist es namentlich eine mit pfirsichrothen und schwarzen Bruchstücken angefüllte, fast breccienartige Varietät, welche hier herrscht und die am Niedern-Kreuz und am Südabfalle des Hierlatz sich nahe an der oberen Grenze des Dachsteinkalkes wiederfindet. — Im Ansteigen sieht man rechts eine ringsum ausserordentlich steile und bisher unerstiegene Pyramide aus dem Eise heraufragen, welche der Nieder-Dachstein genannt wird. An der Nordseite dieser Pyramide

---

[1]) Simony in Haidinger's Naturw. Abhandl. I, 317; Berichte d. Frd. d. Naturw. II, 108, 124, 183, 207 etc.; auch Ruthner, Abendblatt der Wiener Zeitung vom 20. Jänner 1854 u. d. folg. Tage.

fallen die Schichten nach Süd, an der Südseite aber nach Nord und an dem östlichen Absturze, der dem Besteiger des Hohen Dachsteines zugekehrt ist, sieht man sehr deutlich den Winkel, den die Schichten bilden.

Der südliche Abhang des Dachstein-Gebirges ist gegen Schladming hin so steil, dass man nur an wenigen Stellen in das Ennsthal hinabgelangen kann. Der gangbarste Weg führt von der Modereck-Alm über den Kratzer in die Ramsau hinab. Das Plateau besteht auch in dieser Richtung durchgehends aus Dachsteinkalk, doch scheint das südliche Fallen der Schichten nicht so vorherrschend zu sein, als in jener, die von dem hier beigefügten Profile durchschnitten wird. Schon einige Zeit bevor man am Kratzer den hier verhältnissmässig niederen Rand der Hochebene erreicht, scheinen flach nach Nord fallende Schichten vorzukommen, und es ist nicht unmöglich, dass der homogene, nicht in Bänke gesonderte Kalk von röthlicher Farbe, welchen man am äussersten Rande des Plateau's trifft, schon den Hallstätter Schichten angehöre. Nachdem man einige Zeit bergab gestiegen ist und das Auge sich wieder an den frischen Farben einer reicheren Vegetation gelabt hat, trifft man in einem Lärchenwalde auf schwarze, nach Nord fallende Kalke, die Guttensteiner Schichten, und erreicht endlich die fruchtbare und wohlangebaute Ramsau, welche zum grossen Theile auf Werfener Schiefern liegt. Diese Werfener Schiefer werden ihrerseits wieder von grauen Thonschiefern, den Grauwackenschiefern unserer Geologen, unterteuft, die ebenfalls sehr regelmässig nach Norden fallen. Sie bilden die Kulmhöhe (höchste Spitze 3977 Fuss), einen langgedehnten Bergrücken, welcher die höher gelegene Ramsau [1]) von dem eigentlichen Ennsthale trennt, dessen Sohle nur 2315 Fuss hoch ist. Ein mächtiger Zug von grauem, splittrigem, kieselreichem Kalke ist den Grauwackenschiefern eingelagert und bildet einen grossen Theil der Kulmhöhe; auch findet man in diesen Schiefern hie und da grüne, Chlorit-Schiefern ähnliche Züge.

Östlich vom Hohen Dachstein tritt die ganze Masse des Kalkgebirges eine Strecke weiter gegen die Enns vor, als jene Partie,

---

[1]) Die Kirche zu St. Rupert am Kulm hat eine Seehöhe von 3388 Fuss und das Bauernhaus des Forstner in der Ramsau 3592 Fuss; beide Punkte liegen im Gebiete der Werfener Schiefer.

welcher der hohe Dachstein, Mitterspitz und Thorstein angehören; es ist dies jener Theil, welcher den Koppenkarstein, Scheichenspitz, Landfriedstein, Kratzer u. s. w. trägt. Merkwürdiger Weise tritt in der Tiefe ganz entsprechend auch die Grauwacke mit den Werfener Schiefern am Fusse des hohen Dachsteines wieder mehr nach Norden vor und erreicht noch nordwestlich von der eigentlichen Ramsau am Brandriegel eine Höhe von 5432 Fuss (vgl. Fig. 6). Auch hier fallen die Schichten fortwährend regelmässig nach Nord. Hat man nach Norden gehend, den Brandriegel überschritten, so erreicht man zwei hinter einander liegende Hügel, die aus Werfener Schiefern bestehen. Beim Schönbühel zieht sich ein ähnlicher sehr steiler Rücken vom Scheiblingstein herab, und hier findet man im graulichen Kalke, der hie und da auch mit den Werfener Schiefern wechsellagert, *Ammonites Cassianus, Naticella costata* und *Myacites Fassaensis.*

Ersteigt man nun diesen Rücken, so steht man vor jener grossartigen Kalkwand, welche vielleicht die ganze Mächtigkeit des Dachsteinkalkes mit den Hallstätter Schichten darstellt. Der höchste Punkt, den ich hier erreichen konnte, hatte eine Seehöhe von gerade 6000 Fuss und die Felsen bestanden an dieser Stelle aus einem lichtgrauen, sehr bröcklichen Kalke von dolomitischem Aussehen, der dem oberen Theile der Guttensteiner Schichten angehören dürfte. Rechts von mir sah ich an der westlichen Wand des Scheiblingsteines und an den Vorsprüngen des Koppenkarsteines die Hallstätter Schichten unter ziemlich steilen Winkeln (etwa 25 Grad) nach Nord einfallen.

Der Höhen-Unterschied dieses Punktes und des hohen Dachsteines, der unmittelbar vor mir heraufragte, beträgt 3311·4 Fuss, und dies muss man als das Minimum der Summe der Mächtigkeit der Hallstätter Schichten und des Dachsteinkalkes betrachten. Dabei liegen die Schichten nicht horizontal, die Winkel unter denen sie einfallen, sind jedoch so veränderlich, dass es mir zu gewagt scheint, sie abzuschätzen. Um nun zu entscheiden, wie viel von diesen 3311·4 Fuss auf jede der beiden Kalkablagerungen angehöre, blieb mir leider kein schärferes Mittel übrig als das nähere Betrachten dieses ungeheueren Absturzes. Es schien mir derselbe an seinem unteren Theile (nach einer ganz oberflächlichen Schätzung) etwa 1000—1200 Fuss hoch aus dichteren Massen, welche nicht in Bänke abgesondert waren, zu bestehen, während der ganze höhere Theil (also 2300—2100 Fuss) in zahlreichen parallelen, hier und da etwas

gewundenen Linien die Schicht-Absonderungen des Dachsteinkalkes zeigte. Es scheint aber der Dachsteinkalk doch noch mehr als 2300 Fuss Mächtigkeit zu besitzen. Denn gehört auch wirklich ein kleiner Theil der 4800 Fuss hohen Hierlatz-Wand am Hallstätter See den Hallstätter Schichten an, wie es Herr Lipold vermuthet hat, und zieht man für die Hierlatz-Schichten, welche die Kuppe des Berges bilden, mehrere hundert Fuss ab, so bleibt doch noch ein viel zu bedeutender Rest. Ich weiss nicht ob eine Verwerfung an der Hierlatz-Wand die Höhe derselben vermehrt oder ob die Gesteine am Gipfel des hohen Dachsteines trotz der darin enthaltenen Fragmente von schwarzem Kalk nicht dem obersten, sondern dem mittleren Theile des Dachsteinkalkes angehören.

Herabgefallene Bruchstücke von Hallstätter Schichten an dieser Stelle bestanden aus einem sehr homogenen Kalke von rosenrother Farbe.

Aus der bedeutenden Mächtigkeit dieser Kalkmassen, aus ihrer Reinheit und aus ihrem plötzlichen Abbrechen kann man wohl mit Sicherheit den Schluss ziehen, dass sie weit von der Küste abgelagert worden seien. Die Thonschiefer und krystallinischen Gesteine, welche heute die unmittelbar jenseits der Enns liegenden Gebirge bilden, müssen also erst in späterer Zeit unter der zerborstenen Kalkdecke hervorgetreten sein[1]).

8. Grauwacken-Zone zwischen dem Hengsbachwald und dem Salzathale.

Aus der Gegend von Schladming springt unser Durchschnitt, wie schon erwähnt, entlang der Grauwackenzone um 5 Meilen weiter westlich in den Hengsbachwald, nordwestlich von St. Johann im Salzathale. Eine eingehende Schilderung der Zone in dieser Gegend verdanken wir Herrn Lipold[2]).

Die Verhältnisse sind denen im Ennsthale im Allgemeinen analog; nur wird der Unterschied augenfällig, dass die dunklen Grauwackenschiefer häufiger mit Lagen von undeutlich oder selbst deutlich krystallinischer Schieferstructur wechsellagern. Einige derselben

---

[1]) Meine Ansichten über diesen Gegenstand habe ich bereits im VII. Bande der Denkschriften der kais. Akademie, 1854, in der Einleitung zu den „Brachiopoden der Kössener Schichten" ausgesprochen.

[2]) Die Grauwackenformation und die Eisensteinvorkommen im Kronlande Salzburg. Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt, V, S. 369.

lassen sich, da die Bestandtheile Amphibol und Feldspath erkennbar ausgeschieden sind, als Dioritschiefer bezeichnen, andere werden ihrer grünen Farbe wegen gewöhnlich unter dem Namen Chloritschiefer aufgeführt, wenn sie auch, wie schon vielfach mit Recht bemerkt wurde, durchaus nicht sicher bestimmbar sind. Sie finden sich häufig auch weiter östlich in der Grauwackenzone und ihre petrographische Ähnlichkeit mit den Sericitschiefern des Taunus veranlasste nähere Untersuchungen, die von meinem Bruder ausgeführt wurden, aber das Resultat ergaben, dass die chemische Zusammensetzung mit jener der Sericitschiefer nicht übereinstimme[1]). Auf unserem Durchschnitte sind diese Schiefer in Ermanglung einer sicheren Bestimmung als grüne Schiefer bezeichnet. In dem nördlichen Theile der Zone wie auch im Hengsbachwald selbst fallen die Schichten entschieden nach Nord. Weiter nach Süden gegen den Kalkzug des Glingel- und Glocker-Berges wird die Schichtung steiler, senkrecht, endlich selbst nach Süd geneigt. Gegen die Grenze gegen den Kalkstein nimmt der Schiefer im Kleinen wie im Grossen mehr und mehr Linsen von Quarz und Spatheisenstein auf, und unmittelbar an der Grenze findet sich ein anhaltender Zug von Ankerit und Spatheisenstein, der unter 80 Grad gegen Süd fällt. Ihm unmittelbar ist der Kalkstein aufgelagert. Dieser Kalkstein ist bläulich, weiss gerändert, krystallinisch, durch eingeschlossene Glimmerblättchen geschiefert; häufig, besonders in den nördlichen Theilen des Zuges, wird er dolomitisch.

Auf der Spitze des kleinen Glingelberges stehen die Schichten senkrecht, eben so südlich hinab gegen Grafendorf zu.

Südlich vom Kalkzuge tritt noch einmal eine Partie von dunklen Thonschiefern auf, die aber minder steil nach Norden fallen, so dass man in der Schichtung für den Kalkzug des Glingelberges einen nach oben offenen Fächer annehmen muss, wie ihn unser Durchschnitt darstellt, während die nördlich anstossende Schiefermasse einen nach unten geöffneten Fächer erkennen lassen würde.

Noch muss hier bemerkt werden, dass die bekannten Fundorte silurischer Petrefacten bei Dienten ganz nahe westlich von unserem Durchschnitte und zwar in den Hangend-Partien der Grauwackenzone liegen, dass also für diesen Theil die Altersbestimmung der Formation keinem Zweifel unterliegt.

---

[1]) Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt, V, S. 869.

9. Vom Salzathal bis zum Drauthal.

Diese die höchsten Erhebungen der Alpenkette auf der Linie unseres Durchschnittes umfassende Abtheilung begreift in sich vier verschiedene Hauptgruppen von Gesteinen: die Radstätter Tauerngebilde, die Schieferhüllen der Centralgneissmassen, diese letzteren selbst, und endlich die altkrystallinischen Gebilde.

Die Verhältnisse dieser verschiedenen Gesteinsgruppen und ihrer einzelnen Glieder wurden in den letzten Jahren bei Gelegenheit der Aufnahmen der k. k. geologischen Reichsanstalt von den Herren Lipold, Dr. Peters und Stur mit grosser Sorgfalt studirt, und namentlich von den letzteren Beiden erschöpfend beschrieben [1]. Indem ich in Betreff aller Details auf diese Arbeiten verweise, bemerke ich nur, dass sie dahin führten, anzunehmen, die Schiefer und Kalksteine der Radstätter Tauern, als deren westliche Fortsetzung die auf unserer Durchschnittslinie zwischen dem Salzathale und dem Frauenrigl gelegenen Gesteine erkannt wurden, seien durch Metamorphose petrographisch veränderte Schichtgesteine, die der Trias und vielleicht theilweise noch dem unteren Lias der nördlichen Kalkalpen parallelisirt werden können; ebenso seien die Gesteine der Schieferhüllen der Centralgneisse als metamorphische Gesteine der Grauwackenformation zu betrachten, deren Veränderung mit der Bildung der Centralgneissmassen selbst, welche sich von den altkrystallinischen Schiefern, dem ältesten Gestein der ganzen Alpenkette, sehr wohl unterscheiden, in Verbindung gebracht werden könne.

Vom Salzathal geht der Durchschnitt in südlicher Richtung über das Hakor-Eck, die Höllwandspitz, den Schuhflickerspitz, das Arleck, Füleseck, den Frauenrigl bis zum Gamskarkogel östlich von Dorf Gastein. Er trifft im Salzathale auf eine kleine Zone zu den altkrystallinischen Gebilden gehörigen Thonglimmerschiefers, dessen steil aufgerichtete Schichten im Norden unter die Grauwackengesteine einfallen, im Süden aber beinahe vollkommen senkrecht stehen, und hier gegen die ebenfalls senkrecht stehenden Schichten der Radstätter Tauern-

---

[1] Vergleiche: Dr. K. Peters: Die geologischen Verhältnisse des Ober-Pinzgaues insbesondere der Centralalpen. Jahrb. der k. k. geolog. Reichsanstalt, V, S. 766, und: Die geologischen Verhältnisse der Nordseite des Radstätter Tauern a. a. O., S. 808. — D. Stur: Die geologische Beschaffenheit der Centralalpen zwischen dem Hoch-Golling und dem Venediger a. a. O., S. 818.

kalke, die das Hakor-Eck zusammensetzen, grenzen. Diese Kalksteine halten mit Schiefern wechsellagernd, die vorzüglich weiter nach Süden mehr und mehr entwickelt sind, bis zum Gamskarkogel an. Als eine besonders bemerkenswerthe Erscheinung muss dabei hervorgehoben werden, dass die am Hakoreck noch ganz senkrechten Schichten, je weiter man nach Süden vorschreitet, flacher und flacher nach Nord fallen.

Vom Gamskarkogel hält sich der Durchschnitt in der Hauptrichtung Süd 25° Ost auf der Höhe des Gebirgsrückens der das Grossarlthal vom Gasteinerthal trennt, über den Frauenkogel, Teunkogel, Gamskarberg, Tofernkogel bis zum Flugkogel. Auf dieser ganzen Strecke herrschen die Gesteine der Schieferhülle der südlich anstossenden Centralmasse des Ankogels. Sie fallen flach nach Nord, also conform unter die Radstätter Tauerngebilde, gegen welche sie auch durchaus nicht scharf abgegrenzt erscheinen, und bestehen der Hauptsache nach im nördlicheren Theile aus wechsellagernden Massen von Kalkglimmerschiefer und grünen chloritischen Schiefern mit Einlagerungen von körnigem Kalk, Dolomit und Serpentin; weiter im Süden gegen den Centralgneiss zu am Flugkogel dagegen bestehen sie aus eben so gelagerten und mit einander abwechselnden Massen von Glimmerschiefer, körnigem Kalk, Hornblendeschiefer und Gneiss.

Vom Flugkogel geht der Durchschnitt fortwährend mit der Hauptrichtung Süd 25° Ost auf den Glasererkogel, dann herab in das Kötschachthal und über den Tischlersprung hinauf auf die Spitze des Ankogels. Auf dieser Strecke durchschneidet er die Masse des Centralgneisses, in deren nördlicher Partie am Glasererkogel eine Schichtung mit Nord-Fallen, unter die Gesteine der Schieferhülle sehr wohl zu erkennen ist, während im Kötschachthal, dem eigentlichen Mittelpunkte, von welchem die Veränderungen ausgingen, das Gestein mehr und mehr massig, granitartig wird und am Tischlersprung und Nordabhang des Ankogel selbst wieder Schichtung, aber mit flachem Süd-Fallen deutlicher bemerkbar wird. Zwischen Tischlersprung und Ankogel bemerkt man eine Lage Hornblendeschiefer, dem Gneiss eingelagert, auf der Spitze des letzteren dagegen eine Partie Glimmerschiefer, dem Gneisse aufgesetzt.

Vom Ankogel wendet sich der Durchschnitt nach Süd 60° West hinunter zum Mallnitzerbach und über die kalte Wand nach Inner-Fragant.

An dem Mallnitzerbach trifft er auf eine Partie von Gesteinen der Schieferhülle, welche zwischen der Centralgneissmasse des Ankogels und jener des Hoch-Narr, welcher auch die kalte Wand angehört, eingelagert ist. Auch hier bestehen diese Gesteine aus Glimmerschiefer, Kalkglimmerschiefer und grünem, chloritischem Schiefer, welche sehr steil aufgerichtet sind, aber doch im Allgemeinen nach Süd fallen, so dass sie zwar auf der Centralmasse des Ankogels zu liegen, die der kalten Wand dagegen zu unterteufen scheinen.

Diese letztere besteht nur aus schiefrigem Centralgneiss mit vorwaltend weissem Glimmer, der durchgehends ziemlich steil nach Süd fällt.

Von Inner-Fragant geht der Durchschnitt noch in südwestlicher Richtung auf den Klenitzenkogel, dann aber in südlicher Richtung durch das Möllthal, das er bei Lassing unweit Stall durchsetzt, über den Grindkogel, Sandfeldkogel ins Drauthal, unmittelbar oberhalb Dellach.

Südwestlich von Inner-Fragant folgen bald hinter dem Centralgneiss wieder die Gesteine der Schieferhülle, und zwar Kalkglimmerschiefer mit eingelagertem Gyps und darüber grüner chloritischer Schiefer. Die ganze übrige Strecke bis zum Drauthale besteht aus älterem Glimmerschiefer. Derselbe bildet am Klenitzenkogel zwischen dem Möllthale und dem Fragantthale schwebende Schichten, die auf der Südseite nach Nord, auf der Nordseite dagegen nach Süd fallen, und demnach hier die Gesteine der Schieferhülle überlagern. Dass dieses Verhältniss nicht das normale sei, lässt sich nach den Mittheilungen von Stur an vielen anderen Stellen der Alpen nachweisen.

In der zwischen dem Möllthale und dem Drauthale gelegenen Partie des Glimmerschiefers ist eine fächerförmige Anordnung der Schichten sehr deutlich; dieselben fallen auf der Nordseite nach Süd, auf der Südseite nach Nord, sind aber in den mittleren Partien nicht schwebend, sondern senkrecht gestellt.

Die Art und Weise wie Hr. Stur die in unserem Durchschnitte dargestellten Verhältnisse erklärt, kann ich hier füglich ebenfalls übergehen, da er dieselbe selbst in seiner schon oft citirten Abhandlung, Seite 851, auseinandersetzt, und mit Zeichnungen (Tab. VI) erläutert.

Noch erübrigt es mit einigen Worten der Schotterablagerungen zu gedenken, die in den Thälern der in Rede stehenden Abtheilung

unseres Durchschnittes und zwar im Salzathale, im Fragantthale, im Möllthale und im Drauthale auftreten. Auch über diese verdanken wir Herrn D. Stur eine umfassende Darstellung [1]), in welcher er zu Schlüssen gelangt, die freilich noch vielen Bedenken unterliegen. So viel darf aber jedenfalls als festgestellt betrachtet werden, dass in den Thälern der Centralalpen, abgesehen von den Alluvien, Schotterablagerungen von verschiedener Art vorkommen. Die einen bilden regelmässige Terrassen, die sich wohl nur selten auf eine Höhe von mehr als 200 Fuss über die jetzigen Thalsohlen erheben, die anderen erscheinen in weit bedeutenderen Höhen an den Thalgehängen und Sätteln, welche die einzelnen Thäler verbinden, oft unabhängig von den jetzigen Thalformen, und ermangeln häufig der regelmässigen Terrassenform. Die ersteren werden allgemein als Diluvial anerkannt, die letzteren behandelt Stur als tertiäre Meeresablagerungen, und glaubt zur Erklärung ihrer Entstehung annehmen zu müssen, eine gewaltige, gegen das Ende der Tertiärperiode eingetretene Senkung habe den grössten Theil der jetzigen Alpenländer zu jener Zeit noch einmal unter die Oberfläche des Meeres getaucht.

Gäbe man aber auch wirklich ein tertiäres Alter für alle diese Ablagerungen zu, so scheint mir doch, dass als Meeresabsätze nur jene betrachtet werden dürfen, die wirklich Überreste von Meeresgeschöpfen enthalten, wie z. B. die Ablagerungen im Lavant-Thale, die von Prevali und vielleicht auch die von Fohnsdorf bei Judenburg im Murthale. Für alle übrigen möchte ich weit eher den Ansichten des Herrn Dr. Peters beistimmen, der einige als jüngere locale Ablagerungen aus süssen Wässern deutet, andere als schon in der Eocen- oder jüngeren Kreidezeit herbeitransportirt betrachtet [2]). Auf unserem Durchschnitt sind sie schlechtweg als Hochschotter der Alpen bezeichnet.

10. Vom Drauthal bis zum Gailthale.

Vom Drauthale setzt der Durchschnitt in rein südlicher Richtung gerade über den Jauken hinüber nach St. Daniel im Gailthal.

---

[1]) Über die Ablagerungen des Neogen, Diluvium und Alluvium im Gebiete der nordöstlichen Alpen. Sitzb. der kais. Akademie der Wissensch. Mathem.-naturw. Cl. Bd. XVI, S. 477.

[2]) Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt, V, S. 814 und VI, S. 549.

Schon auf der linken Seite des Drauthales oberhalb Dellach treten aus dem Schotter einige kleinere Rauchwackenkuppen hervor und auf der rechten Seite des Thales gehört der ganze Gebirgsstock des Jauken einer Kalksteinmasse an, die nach Westen bis über Lienz in Tirol hinaus verfolgt werden kann, während sie nach Osten in die durch ihren Reichthum an Bleierzen berühmten Kalkgebirge der Umgegend von Bleiberg fortsetzt.

Auf der Linie unseres Durchschnittes treten in diesem Kalkzuge nur Gesteine der Triasformation auf, und zwar im Drauthale selbst als unterstes Glied die Kalksteine und Rauchwacken der Guttensteiner Schichten. Erst weiter östlich, angefangen von Gajach östlich von Greifenburg, schiebt sich zwischen diese Schichten und die Glimmerschiefer eine schmale Zone von Werfener Schiefern ein. Die Schichten der kleinen Rauchwackenkuppen auf der linken Seite des Drauthales fallen nach Nord, also anscheinend unter den Glimmerschiefer; und das gleiche Fallen herrscht nach den Beobachtungen von Stur auch weiter westlich allenthalben vor. Östlicher im Zuge dagegen ist an vielen Stellen ein normales Fallen nach Süd beobachtet. Auch auf der rechten Seite des Drauthales, am Nordfuss des Jauken fallen die Guttensteiner Kalksteine nach Süden; höher am Berge hinauf folgen ihnen aufgelagert hell gefärbte Dolomite, die man nach allen Gründen der Analogie schon als der oberen Etage der Triasformation angehörig, also als ein Äquivalent der Hallstätter Schichten ansehen darf. Ich werde auf diese Dolomite später noch einmal zurückkommen. Auf der Südseite des Jauken treten unter diesen Dolomiten wieder die Guttensteiner Schichten und unter diesen die Werfener Schiefer hervor, in den ersteren entdeckte Herr Stur auf der Mussen nordwestlich von Kötschach, etwa 1 ½ Meile von unserem Durchschnitte Crinoiden (darunter *Encr. liliiformis*) und Brachiopoden, unter denen Hr. Suess die *Rhynchonella decurtata* Gir. zu erkennen glaubte; noch tiefer erscheinen dann im Pfarrergraben als unterstes Glied Thonglimmerschiefer; auch die Sohle des Gailthales besteht aus Thonglimmerschiefer, der aber meist durch aufgelagerte Schottermassen oberflächlich verhüllt ist; zwischen ihm und jenem des Pfarrergrabens ist noch eine vertical stehende Partie von Werfener Schiefern und Guttensteinerkalk eingekeilt.

Verfolgt man den Kalksteinzug des Jauken weiter nach Osten in die Umgegend von Bleiberg, so werden die geologischen Verhält-

nisse weit mannigfaltiger. Über den lichten Kalksteinen, welche wir als schon der oberen Trias angehörig bezeichneten, treten die längst bekannten Muschelmarmorschichten und über diesen die erzführenden Dachsteinkalke auf; unter den Werfener Schiefern dagegen finden sich noch Gesteine der Steinkohlenformation. Umständliche Schilderungen derselben liefern die neuesten Abhandlungen von Dr. Peters[1]) und Lipold[2]). In der Umgegend des Jauken aber liegen, wie sich aus unserem Durchschnitt ergibt, die Triasschichten ohne weitere Zwischenlage auf dem Glimmerschiefer. Diese Thatsache kann kaum anders erklärt werden, als durch Annahme der Glimmerschiefer habe hier zur Zeit der Ablagerung der Grauwacken- und Steinkohlenformation als Festland aus dem Meere hervorgeragt.

11. Vom Feistritz im Gailthale bis zum Torer Sattel östlich von Raibl.

Von St. Daniel ziehen sich die im vorigen Abschnitt erwähnten Thonglimmerschiefer in ost-südöstlicher Richtung dem Gailthale entlang fort, erweitern sich zwischen Tröpelach im Gailthale und Weissbriach im Gitschthale zu einem mächtigen Zuge, verschmälern sich weiter gegen Osten gegen Hermagor zu wieder mehr und mehr und verschwinden dann beinahe gänzlich unter der Schotter- und Alluvialmasse, welche das Gailthal ausfüllt; nur einzelne unter dem Schotter hervorsehende Partien nördlich von Feistritz geben die Gewissheit, dass sie in der That in der Sohle des Thales fortsetzen.

Diesem Zuge von Glimmerschiefer entlang springt unser Durchschnitt um 5½ Meile nach Osten bis Feistritz und zieht von hier in süd-südwestlicher Richtung nach Tarvis, dann in rein südlicher Richtung bis zum Torer Sattel östlich von Raibl.

Dieser Abschnitt unseres Durchschnittes zeigt die Verhältnisse der älteren Schichtgesteine der südlichen Kalkzone vom Glimmerschiefer angefangen bis zum Dachsteinkalke in einer Regelmässigkeit und Klarheit, wie man sie nur selten in den Alpen findet. Das merkwürdige, und technisch so wichtige Vorkommen der Bleierze von Raibl hat längst schon die Aufmerksamkeit vieler Geologen auf diese Gegend gelenkt; Arbeiten der berühmtesten Meister, eines L. v.

[1]) Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt, VII, S. 67.

[2]) Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt, 1856, VII, S. 332.

Buch[1]), Sternberg[2]), Boué[3]) und jüngerer Forscher namentlich der Hrn. Melling[4]) Morlot[5]) u. s. w. haben die Kenntniss derselben mächtig gefördert, aber erst die geologische Detailaufnahme der Gegend, die Herr Foetterle durchführte, hat diese Arbeiten zu einem nach allen Richtungen hin befriedigenden Abschlusse gebracht.

Die ersten anstehenden Felsmassen, die am Südende von Feistritz aus dem Alluvium des Gailthales emporsteigen, bestehen aus dünngeschichtetem, halb krystallinischem Kalkstein, der steil nach Süden fällt und einen nicht sehr mächtigen Zug bildet, der weiter westlich sowohl als östlich die ersten das Gailthal im Süden begrenzenden Höhen bildet. So verfolgt man ihn im Westen ununterbrochen, südlich an Vordernberg vorüber bis zum Osselitzer Bach, der sich bei Watschig in die Gail ergiesst. Von hier bis Tröpelach ist er auf eine kurze Strecke durch überlagernden Schotter verhüllt, wird dann weiter westlich allmählich schmäler und keilt sich in der Gegend von Unter-Döbernitzen gänzlich aus. Östlich von Feistritz erscheint er bis in die Gegend von Arnoldstein nur in einzelnen aus dem Schotter emporragenden Kuppen, bildet aber weiter wieder einen zusammenhängenden Zug, der über Krainegg, Korpitsch u. s. w. fortsetzt.

Dieser Kalkstein bildet im Gailthale das unterste Glied der von unseren Geologen sogenannten Gailthaler Schichten; ihm zunächst aufgelagert ist eine weit mächtigere Masse von schwarzen und dunkelgrauen Schiefern, dann Sandsteinen und groben Conglomeraten, welche auf der Linie unseres Durchschnittes den ganzen Nordabhang des Kapinberges zusammensetzen, und in einer breiten Zone nach Westen und Osten fortziehen. Besonders schön entwickelt sieht man die Gesteine dieser Abtheilung einige Meilen westlich von unserem Durchschnitt, wenn man von Pontafel im Fellathale durch den Bombaschgraben nach Tröpelach im Gailthale hinübersteigt. Die Schichten

---

[1]) Mineralogisches Taschenbuch 1824, S. 408.

[2]) Bruchstücke aus dem Tagebuche einer naturhistorischen Reise von Prag nach Istrien. Regensburg 1826, S. 59.

[3]) Mémoire Géologique sur les Provinces Illyriennes. Mem. de la société géologique de France. 1835. Vol. II. 2. p. 46.

[4]) Haidinger's Berichte über die Mitth. von Freunden der Naturwissenschaften. V, S. 31.

[5]) Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt I. S. 255.

fallen fortwährend aber meistens ziemlich steil nach Süd. Die Schiefer führen an manchen Stellen zahlreiche Petrefacten, Spiriferen, Producten u. a., vollkommen übereinstimmend mit jenen aus den längst bekannten dem Bergkalk parallelen Schiefern von Bleiberg. Überdies findet man darin undeutliche Pflanzenreste und Kohlenspuren, ja selbst grössere bis 1 Fuss mächtige Partien von Anthrazit, die in der That geeignet erscheinen würden zu Schürfungsarbeiten einzuladen, wären nicht alle bisherigen Bemühungen in unserer alpinen Steinkohlenformation, namentlich an der Stangalpe bauwürdige Kohlenflötze aufzuschliessen erfolglos geblieben. Durch Aufnahme von Sandkörnern gehen die Schiefer allmählich in Sandsteine, und diese durch gröberes Korn in Quarzconglomerate über. Die letzteren zeichnen sich durch eine ausserordentliche Festigkeit aus. Viele Kubikklafter grosse Blöcke werden durch den Bombaschgraben in die Fella herabgeführt, und sind in dem Bette dieses Flusses weit abwärts von Pontafel noch zu finden, wo die übrigen Gesteine derselben Gegend längst in Schotter oder Sand verwandelt sind. Im Bombaschgraben selbst werden diese Blöcke vielfach zu Mühlsteinen verarbeitet.

Über dieser Gruppe von Schiefern, Sandsteinen und Conglomeraten endlich erscheint das oberste Glied der Kohlenformation, ein bald licht-, bald dunkelgrau gefärbter, sehr dichter und etwas durchscheinender, häufig aber auch dolomitischer Kalkstein, der ebenfalls nicht selten Fossilien enthält und zwar Cyathophyllen, Crinoiden u. s. w. Auf der Linie unseres Durchschnittes erscheint dieser Kalkstein auf der Spitze des Kapinberges und an dessen nördlichem Abhang gegen Goggau zu.

Detaillirter als auf dem Hauptdurchschnitte zeigt die Gliederung der ganzen Kohlenformation der in Fig. 5 dargestellte Durchschnitt von Moderndorf im Gailthale über den Gartnerkogel nach Pontafel, den Hr. Bergrath Foetterle aufnahm und mir freundlichst mittheilte. Auf den unteren Kohlenkalk folgen erst Kohlenschiefer, dann die Sandsteine und Conglomerate, dann Schiefer mit Sandsteinen wechsellagernd, endlich der obere Kohlenkalk, und diese Gebilde treten der wellenförmig gekrümmten Lage der Schichten wegen alle zu wiederholten Malen zu Tage.

Sowie in den Nordalpen unmittelbar auf die Grauwackenformation, folgen in den Südalpen unmittelbar auf die Steinkohlen-

formation die unteren Glieder der Trias, und zwar zunächst die Werfener Schiefer. Eine schmale Zone derselben beobachtet man im Gailitzthale an der Strasse nach Tarvis gleich südlich bei Unter-Mayler dem oberen Kohlenkalk aufgelagert; sie zieht nach Westen, wird von unserem Durchschnitt am Südabhang des Kapinberges durchkreuzt, breitet sich nördlich von Uggowitz im oberen Theile des Ugne-Baches mächtig aus, verschmälert sich dann wieder und wird als schmales Band vom Malborgethbach, Weissenbach, Vögelbach, Bombaschbach, Pontebabach u. s. w. durchschnitten. Gesteinscharakter und eingeschlossene Petrefacten, deren ich z. B. in dem durch den Vögelbach östlich von Pontafel aus dem Gebirge herabgebrachten Schutt auffand, stimmen vollkommen überein mit den Werfener Schiefern der Nordalpen, und auch Gypslager, die diese Letzteren so häufig begleiten, fehlen nicht.

Die dunklen Guttensteiner Kalke, die beständigen Begleiter der Werfener Schiefer finden sich auch hier über die letzteren gelagert in einem fortlaufenden Zuge, der bis über den Bombaschgraben hinaus anhält.

Auf die Guttensteiner Kalksteine folgt wieder ein mächtiger Zug von der oberen Trias angehörigen, hell gefärbten Kalksteinen und Dolomiten, die ihrer ganzen Lage nach mit jenen übereinstimmen, welche wir bereits weiter im Norden am Jauken kennen gelernt haben. Im Norden fallen die Schichten, wo sie erkennbar sind, regelmässig nach Süden, im Süden aber nach Nord. Der Zug reicht daselbst bis zu dem Längsthal, in welchem die Strasse von Tarvis über Saifnitz zur Fella, und dieser entlang über Malborgeth nach Pontafel geführt ist. Als eine Fortsetzung dieses Längsthales erscheint der untere Theil des Pontafelbaches, doch hat sich hier die Grenze der lichten Kalksteine etwas weiter nach Norden gezogen, so dass der Bach in die zunächst südlich wieder folgenden Guttensteiner Kalke und Werfener Schiefer eingeschnitten ist. Versteinerungen sind aus diesem Zuge bisher nicht bekannt geworden.

Die tiefe Einsenkung, in welcher Tarvis liegt, ist durch ausgedehnte Schottermassen bezeichnet, welche durch hohes Ansteigen an den Bergabhängen und Mangel eigentlicher Terrassenbildung sich als der Hoch-Schotterbildung der Alpen angehörig erweisen. Hinter diesem Schotter treten dann wieder nordwärts fallende Guttensteiner Kalke und unter diesen Werfener Schiefer hervor. Dieselben

bilden einen zweiten, dem ersten parallelen Zug der älteren Triasgesteine, der hier, so wie dies in Nordalpen so häufig der Fall ist, zur Bildung des obenerwähnten Längsthales Veranlassung gab.

Die Werfener Schiefer dieses Zuges erscheinen in unserem Durchschnitt durch eine hervortretende Masse von rothem Porphyr in eine nördlich und eine südlich fallende Masse getrennt, ein Verhältniss, welches veranlassen könnte zu glauben, der Eruption dieses Porphyrs selbst sei der Aufbruch der Längsspalte und die Emportreibung der unteren Triasgesteine zuzuschreiben. Dies ist aber wohl doch nicht der Fall, sonst müsste man denselben an mehr Stellen entlang der Spalte antreffen, als es der Fall ist. Wahrscheinlich ist vielmehr das Eruptivgestein hier wie jenes, welches wir in den Nordalpen bei Ischl kennen gelernt haben, in der schon vorhandenen Spalte am leichtesten durchgebrochen.

Die Gesteine auch dieses Zuges stimmen in den meisten Varietäten petrographisch mit den Werfener Schiefern und Guttensteiner Kalken der nördlichen Alpen vollkommen überein. Mit den gewöhnlichen grünen und rothen Schiefern zeigen sich am Weissenbach, südöstlich von Tarvis auch gelbe Sandsteine. Bedeutende Veränderungen hat das Gestein mitunter an den Contactstellen mit dem Porphyre erlitten. So ist das von Manchen als Diorit bezeichnete Gestein, welches sich bei der Kaltwasserbrücke am Schlizabach, südlich von Raibl findet, wohl nichts als ein durch die Einwirkung des Porphyrs veränderter Werfener Schiefer. Dasselbe ist dunkelgrün, deutlich geschichtet, mit ausgeschiedenen Äderchen von blauem Jaspis. Unmittelbar dahinter steht der Porphyr an, der zwischen Kaltwasser, Flitschl und Luschari in einer ausgedehnten Masse auftritt.

Fossilien fand ich in diesem Zuge besonders in dem Pontafelgraben, nordwestlich von Pontafel, in Menge vor, so *Naticella costata Myacites Fassaensis*, *Avicula Venetiana* u. s. w.

Häufig wechsellagern mehr oder minder mächtige Partien von Guttensteiner Kalk mit den Werfener Schiefern, so namentlich im Fellathal unterhalb Ponteba, gegenüber der an der Strasse befindlichen Capelle u. s. w.; überdies ist aber auch im Norden sowohl als im Süden von den Werfener Schiefern der Guttensteiner Kalk zu abgesonderten Zügen entwickelt, wie es im Durchschnitte zu erkennen ist.

Der nördliche Zug ist zwischen dem Schliza- und Seissanabach fortlaufend zu beobachten, weiter nach West ist er vielfältig von den

Schottermassen des Fellathales verhüllt, und ist mehr zusammenhängend erst wieder im Pontebabach entblösst.

Der südliche Zug bildet eine fortlaufende Masse von dem Thale des Schlizabaches bis über das Fellathal hinaus.

Südlich davon folgt nun zunächst wieder der schon mehrmals erwähnte lichte Kalkstein und Dolomit. Derselbe bildet die Berge im Hintergrunde des Weissenbachthales, südöstlich von Raibl, wo sich dasselbe durch die Vereinigung der beiden kleinen Arme, des Römerbaches und Torerbaches bildet. Auf der Linie unseres Durchschnittes, auf der rechten Seite des Schlizabaches bildet er den Fünfspitz und Schoberkogel, gegenüber den Königsberg bei Raibl mit seinen reichen Erzlagerstätten, dann weiter nach West den heiligen Berg im Kaltwasserthal, den Mittagskofel südlich von Malborgeth, den Monte Gosadon, M. Bieliga, M. Classoral, endlich auf der linken Seite des Fellathales den Monte Gievals, M. Gleriis u. s. w.

Das Gestein ist vorwaltend hellgrau oder weiss gefärbt, doch kommen auch dunklere Varietäten vor. Es ist meistens wirklicher Dolomit, oft krystallinisch körnig zusammengesetzt, mit Drusen, auf denen kleine Dolomit-Rhomboëder ausgebildet sind. Nähere Beschreibungen verschiedener Varietäten enthält namentlich die Abhandlung des Hrn. v. Morlot[1]. Die Schichten, wo sie erkennbar sind, fallen regelmässig nach Süd. Von Versteinerungen wurden auch in diesem Zuge bisher nur unbestimmbare Crinoidenstiele oder eigentlich Hohlräume, welche auf das ehemalige Vorhandensein solcher hindeuten, aufgefunden.

Einen sicheren Anhaltspunkt zur Feststellung des Alters des Dolomites, der uns beschäftigt, geben aber die demselben zunächst auflagernden Schichten. Es sind dies die von unseren Geologen sogenannten Raibler Schichten, die sich durch einen ausserordentlichen Reichthum an Petrefacten auszeichnen, darunter Arten, welche der oberen alpinen Trias, den Cassianer und Hallstätter Schichten, eigenthümlich sind. Ich werde weiter unten auf diese Schichten ausführlicher zurückkommen.

Unsere Dolomite liegen demnach zwischen den unteren Triasschichten und einem Schichtcomplexe, welcher der oberen Trias angehört.

---

[1]) Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt I. S. 257.

Dieser Lagerung zufolge bezeichnete sie Foetterle [1]) als Hallstätter Schichten und spätere Entdeckungen haben es unzweifelhaft festgestellt, dass sie in der That der oberen Triasformation der Alpen angehören. So erkannte ich [2]) unter den Fossilien, welche Herr Dr. J. A. Pivona in dem Museum des Gymnasiums zu Udine niedergelegt hat, Ammoniten aus der Familie der Globosen aus dem hellgrauen dolomitischen Kalk von Paularo im Incaroigothale, nordwestlich von Ponteba, der eine unmittelbare Fortsetzung des nördlich von Tarvis gelegenen Dolomitzuges bildet. Eine weit grössere Anzahl von Fossilien aber enthalten dieselben Schichten beim Bleiberg-bau Unterpetzen, westlich von Schwarzenbach, und Obir westlich von Eisenkappel. Die dortigen lichtgefärbten dolomitischen Kalksteine liegen nach Lipold's Untersuchungen [3]) auf Guttensteiner Kalk und werden unmittelbar von den Bleiberger Muschelmarmorschichten überlagert, einem Gebilde, dessen Übereinstimmung mit den St. Cassianschichten ich schon vor langer Zeit nachgewiesen habe [4]), nehmen also genau denselben Horizont ein, wie die lichten Dolomite der Umgegend von Tarvis. Unter den Fossilien, die Lipold in denselben aufsammelte, bestimmte ich den *Ammonites Aon* Münst., *A. Johannis Austriae* Klipst., *A. Gaytani* Klipst. und *A. Jarbas* Münst. und Hörnes beschreibt [5]) aus denselben nebst zahlreichen neuen Arten drei schon aus den Cassianschichten bekannte Gastropoden.

Es kann nach diesen Thatsachen nicht dem geringsten Zweifel unterliegen, dass unsere Kalksteine und Dolomite wirklich bereits der oberen Trias angehören, und in Kärnten eine petrographisch verschiedene untere Etage dieser Formation bilden, die aber mehrere bezeichnende Fossilien mit der oberen Etage gemeinschaftlich enthält. In Ermangelung eines anderen bezeichnenden Ausdruckes nannten sie unsere Geologen in ihren neueren Abhandlungen stets Hallstätter Schichten, ein Name, der ihnen strenge genommen nicht zukömmt, und der leicht zu der Meinung verleiten könnte, wir seien der Ansicht, die obere Trias der Alpen zerfalle in zwei Abtheilungen,

---

[1]) Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt VI. S. 902.

[2]) Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt VI. S. 743.

[3]) Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt VII.

[4]) W. Haidinger's naturwissenschaftliche Abhandlungen I. Bd. S. 28.

[5]) Denkschriften der kais. Akademie der Wissenschaften. Mathem.-naturw. Cl. XII. S. 21.

eine untere, die Hallstätter Schichten, und eine obere, die eigentlichen Cassianer Schichten. Eine derartige Betrachtungsweise rechtfertigen aber die bisherigen Beobachtungen nicht; sie erlauben nur die obere Trias der Nordalpen als Ganzes mit der gesammten oberen Trias der Südalpen in Parallele zu stellen; keineswegs aber die Hallstätter Schichten ausschliessend als Äquivalent der tieferen, unter den eigentlichen Cassianer Schichten gelegenen Abtheilung der oberen Trias der Südalpen zu betrachten.

Wir kommen nunmehr zu dem die Dolomite unmittelbar überlagernden Schichtencomplexe, den sogenannten Raibler Schichten. Schon Boué hat dieselben in seiner so lehrreichen Abhandlung über die illyrischen Provinzen [1]) umständlich geschildert, und eine Anzahl von Fossilien, nach Deshayes durchgehends neue Arten, aus ihnen abgebildet.

Im Thale von Raibl selbst und auf den ost- und westwärts daran schliessenden Höhen beginnt nach den Beobachtungen von Foetterle, der mir auch das Detailprofil der Scharte, westlich von Raibl (Fig. 4) mittheilte, die Etage der Raibler Schichten mit dunklen, beinahe schwarzen, dünnblätterigen Schiefern, in denen man plattgedrückte Exemplare von *Ammonites Aon*, dann *Halobia Lommeli* und zahlreiche Abdrücke von Fischen, darunter *Lepidotus sulcatus* Heckel [2]) und Pflanzen findet; über diesen Schiefern erst folgen, mitunter in bedeutender Mächtigkeit vorwaltend bräunlich gefärbte Mergelkalke und Mergelschiefer mit überaus zahlreichen Fossilien, und zwar weitaus vorwaltend Acephalen, seltener schon Gastropoden; darunter alle die in der schon öfter citirten Abhandlung von Boué abgebildeten Arten. Eine Beschreibung der wichtigsten und häufigsten dieser Fossilien hoffe ich demnächst veröffentlichen zu können. Der Umstand, dass einige bezeichnende Arten dieser Schichten mit solchen von St. Cassian übereinstimmen, genügt, um auch sie noch als zur oberen Trias der Alpen gehörig zu erkennen, und sie mit den Cassianer Schichten, mit denen sie auch in petrographischer Hinsicht im Allgemeinen übereinstimmen und mit den Muschelmarmorschichten von Bleiberg in Parallele zu stellen.

---

[1]) Mémoires de la Societé géologique de France Tom. II. p. 43.

[2]) Sitzungsb. der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. Mathem.-naturw. Classe. II. Bd. 1849, p. 177.

Von Raibl aus verfolgte Herr Foetterle die Raibler Schichten nach Westen über das Kaltwasserthal, den Seissanagraben durch das ganze Doynathal bis Doyna und weiter bis auf die Höhe des Sattels zwischen dem Monte Gierals und dem Zucco di Boor. Von Raibl nach Osten ziehen sie sich herauf zum Torer Sattel, wenden sich dann etwas südöstlich über die Mangertalpe südlich am Mangert vorüber in das Coritenzathal oberhalb Preth, in dem sie bis ganz nahe zu dem Kessel, der das Thal schliesst, fortsetzen.

Unmittelbar über den Raibler Schichten folgen dann in mächtiger Entwicklung die oberen Kalksteine und Dolomite, deren Schilderung dem nächsten Abschnitt vorbehalten bleiben soll.

12. Vom Torer Sattel bis Capporetto im Thale des Isonzo.

Von der Höhe des Torer Sattels geht unser Durchschnitt in gerader südlicher Richtung über die Strasse und den Predielbach nach Unter-Preth und von hier über die westlichen Ausläufer des Priezel nach der Flitscher Klause.

Die Dolomite und Kalksteine, die am Sattel selbst noch, mit südlich fallenden Schichten, die Raibler Schichten überlagern, halten, fortwährend das gleiche Fallen beibehaltend, bis zur genannten Klause an. Sie sind vorwaltend hellgrau gefärbt; in den unteren Theilen, so namentlich an der Strasse welche vom Predielpass nach Preth herunterführt, trifft man hin und wieder ihnen untergeordnete schmale Bänke von bald grünlich, bald bräunlich gefärbtem Mergel. Die ersten Spuren von Versteinerungen trafen wir in von der Höhe herabgefallenen Blöcken im Coritenzathale, nämlich Durchschnitte des *Megalodus triqueter*, denen zu Folge die Dolomite und Kalksteine, die uns beschäftigen, der Gruppe des Dachsteinkalkes zugezählt werden müssen. — In anderen Blöcken desselben Thales sieht man zahlreiche Durchschnitte von Gastropoden, Acephalen und Ammoniten, aus denen es aber bei der grossen Festigkeit des Gesteines leider nicht gelang, bestimmbare Stücke zu gewinnen. Ganz ähnliche Gesteine mit Schalendurchschnitten finden sich auch nördlich vom Mangert im Lahnthale südöstlich von Weissenfels. Sie gehören vielleicht der Gruppe der Hierlatz-Schichten an, doch gelang es Herrn Foetterle nicht dieselben auf den Höhen des Mangert, von dem sie herabgestürzt zu sein scheinen, nachzuweisen. — Eine noch jüngere Gesteinsgruppe dagegen fanden wir westlich vom Gipfel des genannten

Berges, am Sattel, der von der Mangertalpe in das Lahnthal hinüberführt, anstehen; es ist dies ein rother hornsteinführender, oft schiefriger Kalkstein, der eine gleichsam zusammengebogene Mulde im Dachsteinkalke bildet, wie man dies namentlich aus dem Thale in der Umgegend von Weissenfels deutlich wahrnehmen kann. Ungeachtet alles Suchens fanden wir keine Versteinerungen, doch kann es nach der grossen petrographischen Ähnlichkeit als sehr wahrscheinlich betrachtet werden, dass dieses Gestein zu den später noch mehrfach zu erwähnenden jurassischen Kalksteinen gehört.

Von Preth bis zur Flitscherklause entfernt sich die Strasse nur wenig von der Linie unseres Durchschnittes, sie führt beständig zwischen den aus Dachsteinkalk und Dolomit bestehenden Bergen fort. Überall zeigen sich nackte Wände mit ungeheueren Schuttmassen an ihrem Fusse, sowie auch in den Seitenthälern. Die Schichten fallen überall nach Süd. Unmittelbar vor der Flitscherklause sieht man sehr steil (80 Grad) südlich fallende Schichten; das Gestein ist ein hellweisser, theilweise oolithischer Kalk und enthält in deutlichen Durchschnitten den *Megalodus triqueter* und andere Fossilien. Bei der Klause selbst strömt der Bach durch eine 2 bis 3 Klafter breite, aber gewiss bei 200 Fuss tiefe Schlucht, welche von der Strasse überbrückt wird. Gleich südlich von der Klause zeigten sich in dem Kalksteine wieder sehr deutliche Exemplare der Dachsteinbivalve und dasselbe Fossil sieht man auch in den zahllosen, theilweise gigantischen Blöcken, welche, herabgestürzt von dem steilen Südgehänge des Prinzel, den Grund des Bansitzathales ausfüllen. Von der Strasse aus gesehen bilden diese Blöcke einen ungeheueren Wall, der das Bansitzathal absperrt und leicht für eine Moräne gehalten werden könnte. Geht man in das Thal selbst und besteigt den Wall, so überzeugt man sich leicht, dass er Bergstürzen seine Entstehung verdankt. Die Wände die das von Ost nach West streichende Thal im Norden begrenzen, bestehen nämlich aus zwei Fuss bis über eine Klafter mächtigen, sehr steil (70—80 Grad) nach Süd fallenden Schichten, von welchen sich im Laufe der Zeit wiederholt grössere Partien abgelöst haben mögen.

Von der Flitscherklause wendet sich der Durchschnitt etwas westlich (S. 15 Grad W.) nach Coritenza und dann über die Höhe des Polonigberges nach Ternova.

Unmittelbar unterhalb der Flitscherklause öffnet sich plötzlich das bisher enge Thal. Angelehnt an die schroffen Kalkmassen sieht man bis zu einer Höhe von etwa 300—400 Fuss über der Thalsohle sanftere Gehänge, die, wie man bald erkennt, aus Sandstein bestehen und noch tiefer zeigen sich schöne Diluvialterrassen. Schon an der Strasse, etwa auf der Hälfte des Weges zwischen der Flitscherklause und Flitsch zeigte sich eine kleine Entblössung von Sandstein, der unter dem Diluvium hervorsieht. Dem Ansehen nach glich das Gestein so ziemlich dem gewöhnlichen Wiener Sandsteine. Deutlicher entblösst zeigt es sich in den Aufrissen und Schluchten unmittelbar nördlich von Flitsch. Die Decke bilden von den Südgehängen des Rhombon herabgefallene Massen von Kalkschutt; unter ihnen zeigt sich der Sandstein, doch so verwittert und zerstört, dass die Schichtung hier nirgends deutlich zu erkennen war. Das Gestein ist theils mergelig und schiefrig mit Kohlenspuren, theils ein fester feinkörniger Sandstein, an der verwitterten Oberfläche einzelner Stücke aber braun gefärbt, mit wulstigen Erhabenheiten an den Schichtflächen und mit einzelnen Bruchstücken von austernähnlichen Muscheln.

Klare Aufschlüsse über die Lagerungs-Verhältnisse des Sandsteines erhält man dagegen auf der linken Seite des Coritenzabaches, entlang der Linie unseres Durchschnittes.

Unmittelbar über dem Dachsteinkalke sieht man im Bette des Baches nicht weit unterhalb der Flitscherklause unter dem Diluvialschotter rothe schiefrige dünn geschichtete und häufig wellig gebogene Kalksteine, die steil nach Süden fallen und mit hellgrauen Schichten wechsellagern. Zahlreiche Spathadern durchsetzen das Gestein. Nach Versteinerungen suchten wir vergebens. Das ganze Gebilde zeigt nur geringe Mächtigkeit und wird, wie man weiter abwärts am Bache sehen kann, von einer ebenfalls nicht mächtigen Partie mergeligen Sandsteines und Schiefers überlagert, auf welche dann erst die Hauptmasse der Sandsteine folgt. Diese letzteren sind meist dunkelbraun gefärbt, grobkörnig, oft in wirkliche Conglomerate übergehend, unter deren Rollstücken man nebst den Kalksteinen auch Hornstein, Jaspis, Kieselschiefer u. s. w. erkennt. Die Schichten fallen flacher südlich, auf den Hügeln bei Coritenza aber erkennt man sehr deutlich ihre muldenförmige Anordnung; auf der Nordseite derselben fallen sie nach Süd, auf der Südseite dagegen nach Nord.

Im Isonzothale selbst ist alles von Diluvium bedeckt, auf der Südseite des Thales erkennt man aber an den sanften Bergformen noch leicht das Vorhandensein des Sandsteines.

Die Mulde von Flitsch ist ringsum abgeschlossen; bestimmbare Versteinerungen wurden in den Gesteinen, welche sie erfüllen, bisher nicht aufgefunden. Die Altersbestimmung dieser Gesteine beruht demnach nur auf der Analogie mit den weiter abwärts im Isonzothale auftretenden Gebilden und dieser zu Folge kann ich nicht anstehen, die rothen Kalksteine als jurassisch, die Sandsteine und Mergel aber als eocen zu betrachten.

Der Stock des Pirhan- und Polonig-Berges besteht dann wieder aus Dachsteinkalk, der auch die Gehänge zu beiden Seiten des Thales unterhalb Flitsch gegen Saaga zu bildet, wo sich dasselbe durch das Hervortreten der südöstlichen Ausläufer des Mt. Canin einerseits und der nordwestlichen des Polonig-Berges andererseits wieder vermengt. Bei Pod-Glanza nordöstlich von Saaga fallen die Schichten steil (bis 80 Grad) nach Süd, am Polonig-Berge dagegen bilden sie ein Gewölbe, indem sie bei Loch di Zersotscha, sowie überhaupt an der Nordseite nach Nord fallen, an der Spitze sich horizontal legen und an der Südseite, gegen Ternova hin wieder nach Süd fallen.

Von Ternova nach Capporetto zieht der Durchschnitt in der Richtung (S. 35 Grad O.). Diluvial-Schotter findet sich allenthalben in grosser Mächtigkeit und Verbreitung im Thalgrunde abgelagert; am Torrente Bocca, kurz oberhalb Saaga, findet sich unter demselben ein horizontal geschichteter Lehm, in welchem ich einen Coniferen-Zapfen auffand.

Gleich oberhalb Serpenizza treten von den Höhen auf der rechten Seite des Thales wieder Schichten von rothem und grauem, sehr hornsteinreichem, schiefrigem Kalk bis an die Strasse herab. Sie bilden einen Zug der von West-Nord-West nach Ost-Süd-Ost parallel dem Laufe des Isonzo in dieser Gegend fortstreicht und dessen ganze Erstreckung man sehr wohl von der Strasse aus übersehen kann; er berührt nur auf eine kurze Strecke, gleich unterhalb Serpenizza die Strasse, dann macht er einer Masse von Dachsteinkalk Platz, deren Auftreten den Isonzofluss zu einer plötzlichen, zwar kleinen, aber sehr scharfen Biegung nach Nord zwingt. Zwischen dieser Partie von Dachsteinkalk, welche über Ternova hinaus fortsetzt

und dem höheren Rücken des Stanski Vrh, bildet der Zug der rothen Kalksteine eine Einsenkung, die auch in der Terrainzeichnung der Generalstabs-Specialkarte sehr wohl ausgedrückt ist, streicht südlich hinter Ternova vorüber, wo er von unserer Durchschnitts-Linie getroffen wird und kömmt erst kurz vor Capporetto wieder an den Isonzo heraus, übersetzt denselben und streicht weiter über Jeserza und Rauna fort.

Dass die Partie von hellgrauen dichten Kalksteinen, die nördlich von dem Zuge der rothen Kalksteine bei Ternova auftritt, wirklich noch dem Dachsteinkalke angehört, das beweisen zahlreiche Durchschnitte des *Megalodus triqueter*, die man südöstlich von Ternova in den herabgerollten Blöcken sieht; ausser dieser Muschel fand ich daselbst auch ein gut bestimmbares Exemplar der *Chemnitzia eximia* Hörn.

Die Schichten des rothen Kalksteines selbst zeigen mannigfaltige Biegungen und Krümmungen, doch ist das vorwaltende Fallen nach Nord und Nord-Ost nicht zu verkennen; das Gestein ist dünn geschichtet, in einzelnen Lagen roth und schiefrig, in anderen hellgrau mit muschligem Bruche, häufig von weissen Spathadern durchsetzt und mit regelmässigen Lagen von Hornstein wechselnd. Sein Alter wurde durch Petrefacten nachgewiesen, welche Herr Stur zu Na Stole in der westlichen Fortsetzung des Zuges auffand; es sind Ammoniten, darunter ein deutliches Exemplar des *A. Hommairei*, dann ein anderer Heterophylle, wahrscheinlich *A. tatricus*, Belemniten, dann grosse Exemplare von *Aptychus lamellosus*. Diesen Petrefacten zu Folge gehört der rothe hornsteinführende Kalkstein unzweifelhaft zur Juraformation.

Der Kalkstein der an den östlichen Ausläufern des Stanski Vrh auftritt und bis Capporetto anhält, fällt ebenfalls nördlich und nordöstlich, er ist theilweise dolomitisch und enthält undeutliche Bivalven-Durchschnitte, die wohl auch von Dachsteinbivalven herrühren.

Diese Partie ist die letzte von Dachsteinkalk, die man im Isonzothale findet. An der Südseite des Stanski Vrh gegen Starasella zu lehnen sich schon wieder, wie man aus der Ferne sieht, Sandsteine an.

13. Von Capporetto bis Duino.

Die ganze noch übrige Linie unseres Durchschnittes trifft jüngere, theils der Kreide, theils der Eocenformation angehörigen Gebilde.

Von Capporetto geht der Durchschnitt nach S. 35 Grad O. bis Lucco. Bis Mlinska wird die Thalsohle von Diluvialmassen ausgefüllt, die gleich bei Capporetto deutlich zwei übereinander folgende Terrassen bilden. Die Abhänge oberhalb Mlinska (Fig. 3) zeigen zunächst hinter dem Diluvium dunkelgrau gefärbte, splittrig brechende, etwas seidenartig glänzende Schiefer, die nach Süd-West und Süd fallen. In dünnen, 2 Zoll bis einen Fuss mächtigen Bänken ist ihnen grauer dichter Kalkstein mit Spathadern eingelagert und auch in den Schiefern selbst sieht man häufig Adern von krystallinischem Kalkspath.

Folgt man dem Fusssteige der von Mlinska in südwestlicher Richtung aufwärts führt, so kömmt man sehr bald wieder an Schichten, die nach Nord-Ost fallen. Die Einlagerungen von Kalkstein sind zahlreich, aber schmal, dann folgt eine bei zwei Klafter mächtige Kalklage, die sehr steil Nord-Ost fällt, die Schichtenlage wird steiler und steiler, senkrecht und bald beobachtet man wieder ein Fallen nach Süd. Höher hinauf sind ausser den 1 Zoll bis 1 Klafter mächtigen Kalksteinbänken auch breccienartige Schichten dem Schiefer eingelagert. Die Grundmasse ist der grünlichgraue Schiefer, dem unregelmässige Knollen und Fragmente des grauen Kalksteines, bald mehr bald weniger gedrängt eingebacken sind. Die einzelnen Brocken werden oft 1 Fuss gross. Noch weiter erscheinen endlich auch Schichten eines grauen Sandsteines, der durch Verwitterung an der Oberfläche eine dunkelbraune Farbe annimmt.

Diese Schichten halten an bis Luico. Bei diesem Ort, so wie weiter westlich gegen Perat treten bedeutendere Massen von dichtem grauen Kalk auf, der steil fällt, aber stets wieder mit Schiefer wechsellagert. Gerade westlich bei Luico am Wege nach Perat zieht sich eine 8—10 Klafter mächtige Schieferpartie zwischen zwei Kalkmassen hinauf.

Diese Wechsellagerung zeigt, dass die Schiefer- und Kalkpartien einer und derselben Formation angehören; ihr Alter scheint sehr sicher bestimmt durch das Vorkommen von Hippuriten in dem Kalksteine, die sich unterhalb Luico fanden.

Von Luico zieht der Durchschnitt stets in den gleichen Gebilden noch weiter südöstlich zum Mt. Kuk.

Am Südabhange, aber ganz nahe an der höchsten Stelle dieses Berges, zieht sich eine mächtigere Masse von Hippuritenkalk von West-Nord-West nach Ost-Süd-Ost am Mt. Colaunat und Mt. Jorza

vorüber. Der höchste Rücken selbst, dessen einzelne Höhenpunkte diese Namen führen, besteht aus weichen Mergelschiefern, die auch unter dem Kalksteine wieder hervortreten. Bei Vomani sah ich sogar drei mächtige Kalkbänke mit den Schiefern alterniren. Die ersteren enthalten an mehreren Stellen Hippuriten, in den letzteren beobachtete Herr Stur südlich vom Mt. Colaurat Inoceramen. Die Schichten fallen hier fortwährend nach Nord-Ost oder Nord-Nord-Ost und die gleiche Richtung bemerkt man bei Clabuzzaro, Propotnizza, St. Valfango u. s. w.

Vom Kukberg wendet sich der Durchschnitt in eine beinahe rein südliche Richtung bis zum Riecca-Bache, wo Sandsteine und ihnen untergeordnet andere Gesteine zum Vorschein kommen, auf die ich weiter unten zurückkommen will.

Vorher möge noch eine Schilderung jener Verhältnisse Platz finden, die entlang der Strasse von Capporetto durch das Isonzothal nach Canale beobachtet wurden.

Mit Ausnahme der schon oben erwähnten Schiefer die bei Mlinska und Jederska bis an die Strasse hervortreten, führt diese Strasse bis gegenüber der Capelle St. Lorenzo fortwährend auf Diluvialterrassen. Erst hier zeigt sich in grossen Partien ein meist massiger, theilweise aber auch geschichteter, dunkelgrau oder bräunlich gefärbter Kalkstein von vielen Spathadern durchzogen, oft auch breccienartig mit Einschlüssen von anders gefärbten Kalksteinen. Er alternirt stellenweise sehr deutlich mit grauem, sehr dünnschiefrigem Mergelschiefer. — Dieser Kalkstein ist offenbar die directe Fortsetzung der Hippuritenkalke, die auf der Durchschnittslinie selbst bei Luico und am Mt. Kuk beobachtet wurde, nur ist hier der Kalkstein selbst zu mächtigeren Massen ausgebildet, die Schieferzwischenlagen dagegen mehr untergeordnet. Diese Gesteine, oft von Diluvialbänken verhüllt, halten an bis Volzano.

Südlich von dem letztgenannten Orte bei Zighino stehen auf den Abhängen feinblättrige, glimmerigglänzende Schiefer von theils grauer, theils röthlicher Farbe an. Sie alterniren mit rothen mehr kalkigen Schichten, welche zahlreiche dunkelgraue Kalksteinfragmente eingeschlossen enthalten. An einer Stelle zeigte sich darin auch eine schmale Schichte eines dunkelgrauen Kalksteines.

Unter den von den westlichen Höhen herabgekommenen Geröllen der kleinen Bäche, über welche die Strasse südlich von

Zighino führt, fanden sich bereits einige Kalksteinfragmente mit deutlichen Hippuriten. Eine zwar kleine aber sehr lehrreiche Entblössung zeigte sich dann an der Strasse gegenüber von Sella; die Schichten streichen von Ost nach West und fallen flach unter etwa 20 Grad nach Nord. Von oben nach unten zeigt sich folgende Reihe:

1. Brauner Kalkstein mit Hippuriten.

2. Grauer glimmerig glänzender Schiefer (6 Fuss).

3. Schmutzig gelblicher Schiefer, dem eckige grössere und kleinere Brocken von heller und dunkler grauem Kalke eingebacken sind; in diesen Kalksteinfragmenten zeigten sich zahlreiche Fossilien, Crinoiden, Corallen, auch Gastropoden (8 Fuss).

4. Grauer Schiefer, wie Nr. 2 (18 Fuss).

5. Dunkel graubrauner, sehr feinkörniger, etwas dolomitisch aussehender Kalkstein, an den Bruchflächen etwas schimmernd (12 Fuss).

6. Grauer Schiefer, wie Nr. 2 und 4 (24 Fuss).

7. Kalkstein, wie Nr. 5 (2 Fuss).

8. Grauer Schiefer, wie Nr. 2 u. s. w. (2 Fuss).

9. Kalkstein, wie Nr. 5, theilweise aber auch dichter, dem braunen Hippuritenkalk Nr. 1 ähnlicher (18 Fuss).

10. Schiefer, oben dünnblätterig, roth gefärbt mit Glimmerspuren, unten gewöhnlich grau wie Nr. 2 (12 Fuss).

11. Heller und dunkler gefärbter Kalkstein mit Hippuriten.

Auch hier erscheint es demnach vollkommen sicher, dass die grauen und röthlichen Schiefer, so wie die Kalkbreccien in der That mit den Kalksteinen selbst zu ein und derselben Formation gehören.

Gleich unterhalb Sella tritt die Strasse wieder an den Isonzo heraus, nachdem sie auf der Strecke zwischen diesem Ort und Volzano in ihrer geraden Richtung nach Süd eine bedeutende Ecke abgeschnitten hat, die der Fluss gegen Madrea zu bildet. Tief unten im Bette des Flusses sieht man hier sehr dünn geschichtete hellgraue Kalksteine mit Hornsteinlagen unter dem Hippuritenkalk hervorkommen. Die Schichten, die 1—2 Zoll mächtig sind, neigen sehr sanft gegen Nord, so dass sie nach und nach bis an die Strasse, die einige Klafter über dem Spiegel des Isonzo hinführt, heraufkommen. Hoch über der Strasse hängen noch Diluvialterrassen. Am Vogertschabache, der ungefähr in der Hälfte des Weges zwischen Sella und

Doblar von SO. herabkömmt, nehmen die schmalen Kalkbänke wieder eine Neigung nach SW. an, und verschwinden bald unter dem mehr massigen Hippuritenkalk, der nur bis über Doblar anhält.

Die Hornsteinlagen deuten auf eine Verwandtschaft dieser dünn geschichteten Kalksteine mit den im Obigen erwähnten Jurakalksteinen.

Gegen Ranzina öffnet sich das Thal, das auf der letzten Strecke eine enge Schlucht gebildet hatte; sanftere Gehänge machen sich bemerklich und gleich hinter Ranzina beobachtet man die ersten deutlichen Sandsteine, die demselben Zuge angehören, welcher auf der Linie des Durchschnittes selbst am Rieccabache erscheint, und von da bis zu den Nordgehängen des Orlichberges anhält.

Die Gesteine, welche diesen Zug zusammensetzen, sind ziemlich mannigfaltig. Vorherrschend treten Sandsteine auf, den gewöhnlichen Wiener Sandsteinen ganz ähnlich und mit Mergelschiefern, die bisweilen Fucoiden enthalten, wechsellagernd. Nebstbei findet man nicht selten untergeordnete, oft mehrere Klafter mächtige Bänke von Kalkstein, der sandig oder, wenn gröber im Korn, breccienartig ist, und in letzterem Falle aus eckigen Kalkstein- und Hornsteinfragmenten besteht, die durch ein kalkiges Bindemittel zusammengekittet sind. Das Gestein gleicht vollkommen den gewöhnlichen sandigen Nummulitenkalken. Anderer Art sind wieder Einlagerungen einer sehr groben Kalksteinbreccie, bestehend aus grossen knolligen Kalkbrocken, die in einer schiefrigen oder mergeligen Masse eingebettet sind. Dieses Gestein gleicht sehr den oben erwähnten Breccien, welche mit den Hippuritenkalken wechsellagern, ja sie enthalten selbst auch Hippuriten, die zur Meinung veranlassen könnten, die ganze Partie der Sandsteine, die uns beschäftigt, gehören auch noch der Kreideformation an.

Die Gründe, die mich demungeachtet veranlassten, sie als eocen zu betrachten, und demnach die Hippuriten der bezeichneten Breccie als auf secundärer Lagerstätte befindlich anzunehmen [1]), sind die folgenden:

1. Die Sandsteine und ihnen untergeordneten Gesteine liegen im Süden sowohl als im Norden auf den Hippuritengesteinen.

---

[1]) Auch Boué betrachtet die Hippuriten in dieser Breccie bei Canale als auf secundärer Lagerstätte befindlich.

2. Sie haben die grösste petrographische Ähnlichkeit mit den früher eocenen Gesteinen des Coglio bei Görz, welche ebenfalls unmittelbar auf Hippuritenkalk aufliegen.

3. In der westlichen Fortsetzung des Zuges am Monte di Bove, einem Vorberge des Monte Juanes, fand Herr Bergrath Foetterle in einem der Liegendpartie der ganzen Masse angehörigen Conglomerate deutliche Nummuliten.

Die Auflagerung unserer Sandsteine auf den nördlich von ihnen befindlichen Kreidegesteinen ist weder an der Strasse noch auf der Linie unseres Durchschnittes deutlich, wohl aber beobachtete sie Foetterle sehr sicher am Monte Juanes und nördlich von Tarcento. Das Fallen der Schichten im ganzen Zuge überhaupt ist bald nach Süd, bald nach Nord gerichtet, und deutet auf mannigfaltige Störungen und eine im Allgemeinen wellenförmige Anordnung. So sah ich südwestlich bei Buchin, zunächst an der Grenze gegen die Hippuritenmergel erst nördlich und wenige Schritte weiter südlich wieder südlich fallende Schichten; am Joch, nordöstlich von Tribit, fallen sie nach NO., zwischen Polizza und Gnidavizza nach N. Hier sah ich eine drei Klafter mächtige Kalkpartie sich im Sandstein auskeilen. Am Torrente Indri, wo der Durchschnitt ihn trifft, fallen die Schichten regelmässig NNO. Bei Padraunem zeigte sich eine Schichte der oben beschriebenen Kalkbreccie dem Sandsteine eingelagert. Zwischen Podbregh und Pecinon wechselt das Fallen der Schichten mehrfach, und bei letzterem Orte tritt wieder die Breccie auf, in der Herr Stur Hippuriten auffand.

Im Isonzothal bei Canale finden sich an den Gehängen wieder mächtige Diluvial-Terrassen, doch sind im Flussbette selbst, südlich von Canale, so wie am Abhange nördlich von diesem Orte gegen Pecenon zu, die unterliegenden Schichten sehr schön blossgelegt. Ein bis zwei Klafter mächtige Bänke des oben beschriebenen Kalksteines wechseln fortwährend mit eben so mächtigen Sandsteinpartien, die durch Zwischenlagen von Fucoiden führendem Mergelschiefer in schmälere Bänke getrennt sind. An der Strasse halten diese Gesteine, und zwar bald südlich, bald nördlich fallend, an bis Globna, westlich von Descla, wo sie dem Zuge von Hippuritenkalk Platz machen, der von Globna bis Salcano die Berge zu beiden Seiten des Isonzo bildet.

Die Linie unseres Durchschnittes trifft diesen Kalkstein südlich von Descla, und die Grenze zwischen Sandstein und Kalkstein zieht

sich von hier weiter nach Südosten, parallel dem Gebirgsrücken des Monte Santo nach Gargaro. Die Sandsteine des Thalkessels von Gargaro stehen demnach in unmittelbarer Verbindung mit jenen des Isonzothales bei Canale. Schon Herr F. Kaiser hat genaue Untersuchungen über die Lagerungsverhältnisse des Sandsteines in dem Kessel von Gargaro veröffentlicht [1]), aus denen hervorgeht, dass dieser Sandstein dem Kalksteine des Orlichberges und des Monte Santo wirklich aufliegt; eine Beobachtung, die ich vollständig bestätigen kann. Bei den Mühlen in der Ecke des Thales, nordwestlich von Gargaro besteht der Grund des Thales, in dem der Bach fliesst, aus Kalk; am Abhange links gegen Previn hinauf folgt über demselben nahe horizontal geschichtet der Sandstein, der mit Schieferzwischenlagen wechselt, und auch zahlreiche Bänke einer Kalkbreccie enthält, die aus nur wenig abgerundeten, meist wie ausgewitterten Kalkbrocken besteht.

Weiter südöstlich bei Gargaro fand ich in einzelnen Mauern dieser Breccie wieder zahlreiche Hippuriten.

Der Kalkstein des Monte Orlich und Monte Santo ist vorwaltend hell gefärbt; doch finden sich auch dunklere Varietäten, er ist beinahe überall sehr deutlich geschichtet. Die Schichten streichen parallel dem Bergzuge von NW. nach SO., und fallen am nordöstlichen Abhange gegen Gargaro zu nordöstlich, am südwestlichen Abhang gegen den Isonzo zu aber ebenfalls rechtsinnig südwestlich; sie bilden demnach einen Dom, wie man dies auch bei dem Übergange von Salcano nach Doliach sehr wohl beobachten kann, indem sie auf der Höhe des Passes ganz horizontal liegen.

Vom Isonzo bis Dugoniva wendet sich unser Durchschnitt nach West 15° Süd zur Capelle St. Primus und über Bnertia und Quisca nach Traunich bei St. Martin. Bis ganz nahe zur Höhe des Rückens auf dem die Capelle St. Primus steht, halten die vorher geschilderten Kalksteine stets regelmässig nach Südwest fallend an. Südöstlich von St. Primus, am Monte Sabotino fand ich darin wieder zahlreiche Durchschnitte von Hippuriten.

St. Primus selbst steht aber schon auf einem Gebilde anderer Art, nämlich auf einer nur wenige Klafter mächtigen Masse eines

---

[1]) Haidinger's Berichte über die Mittheilungen von Freunden der Naturwissenschaften, VI. S. 17.

grauen, dem Hippuritenkalke ganz conform aufgelagerten Kalksteines, der ganz erfüllt ist mit sehr kleinen Nummuliten. Unmittelbar über dem Nummulitenkalkstein folgen dann ebenfalls conform gelagert die Macigno-Mergel und Sandsteine des Collio. Die Auflagerung des Macigno auf den Nummulitenkalk, und dieses auf den Hippuritenkalk ist an dieser Stelle ganz unzweifelhaft.

Die Grenze zwischen Sandstein und Kalkstein, die bei St. Primus am höchsten Rücken selbst gelegen ist, zieht sich von da etwas herunter gegen das Thal, streicht nahe an Podsabottina vorüber, übersetzt bei St. Mauro und Salcaro den Isonzo, und zieht dann am Südfusse des Tarnovaner Waldgebirges, des Kreuzberges und des Birnbaumer Waldes, welch letzterem der bekannte Nanos angehört, ziemlich parallel der Strasse, welche von Görz nach Prewald führt, fort.

Schon bei Podsabottina (Fig. 2) sind die Grenzverhältnisse zwischen dem Kalkstein und den Sandsteinen abweichend von denen bei St. Primus. Steigt man in der kleinen Schlucht, welche vom Pabotino in das genannte Dorf hinabführt, herab, so findet man auf die regelmässig südwestlich fallenden Schichten von Hippuritenkalk, zunächst wahre Scaglia, dünn geschichteten, ziegelroth gefärbten Kalk, theilweise mit dem grauen Kalk alternirend, oder Brocken von ihm breccienartig einschliessend, liegen. Er enthält Bruchstücke von Inoceramen, gehört also jedenfalls noch zur Kreideformation. Seine Schichten fallen anfangs denen des Hippuritenkalkes conform südwestlich, sie werden dann steiler und steiler, senkrecht und fallen dann steil nordöstlich, bilden also ganz im Kleinen einen wirklichen Fächer. Weiter abwärts folgt dann der Sandstein, dem wieder noch ober Podsabottina eine schmale Schichte von Nummulitenkalk eingelagert ist. Derselbe fällt ebenfalls steil nordöstlich, also scheinbar unter die rothen und grauen Kalksteine. In gleicher Weise findet man bei St. Mauro am rechten Ufer des Isonzo die Sandsteine nordwärts scheinbar unter dem Kalke fallen, und dieselbe Beobachtung macht man allenthalben an den Gehängen, nördlich von der Strasse zwischen Görz und Prewald, deren unterer Theil überall die nordwärts fallenden Macigno häufig mit Einlagerungen von Nummulitengesteinen (wie im Orte Schönparr, und auf den Gehängen nördlich davon, südwestlich von St. Veit, an der Strasse, die von St. Veit zum Nanos hinaufführt), deren höherer aber die ihnen scheinbar aufgelagerten Hippuritenkalkmassen zeigt.

Diese Erscheinungen haben bewährte Forscher irre geführt und z. B. mit veranlasst, dass Herr von Rosthorn in einer an interessanten Beobachtungen ungemein reichen Abhandlung [1], die mit Nummulitengesteinen wechsellagernden Sandsteine des Görzer Gebietes und Wipbachthales als älter ansah, wie die Hippuritenkalke des Nanos. Wollte man es aber wirklich noch nicht für erwiesen halten, dass alle Nummuliten der Eocenformation angehören, so bietet doch gerade in diesem Falle das gleich näher zu beschreibende Vorkommen zahlreicher anderer Eocen-Petrefacten zu Russitz und Cormons einen untrüglichen Anhaltspunkt zur Bestimmung des Alters der von Rosthorn als Görzer Sandstein beschriebenen Gebilde, und erlaubt jedenfalls die auf unserer Durchschnittslinie dargestellte, ebenfalls direct beobachtete Schichtenstellung bei St. Primus als die normale zu betrachten.

Übrigens hat die ganze Erscheinung, wenn man sie mit dem, was andere Theile der Alpenkette zeigen, vergleicht, nichts Befremdendes. Schon vor sehr langer Zeit bemerkte Partsch [2], gestützt auf seine Beobachtungen in Dalmatien und den Alpen, dass man bei Bestimmung des relativen Alters der Formationen nach der Neigung der Schichten sehr vorsichtig sein müsse, und das scheinbare Einfallen jüngerer sandiger oder mergeliger Gesteine unter ältere Kalksteinmassen gehört in der That zu den, man möchte sagen, regelmässigen Erscheinungen des Alpengebirges. Ich erinnere hier nur an den Südrand der Molasse-Gebirge in der Schweiz, an den Südrand der ganzen Wiener Sandsteinzone, in den nördlichen Salzburger und österreichischen Alpen, an die Lagerungsverhältnisse der Gosaumergel in den meisten der kleinen Becken, in denen sie abgelagert sind, namentlich am Fusse der Wand bei Wiener-Neustadt u. s. w.

Über die Sandsteine und Nummulitengebilde des Coglio bei Görz liegen sehr werthvolle Abhandlungen vor von Herrn Professor B. Kopezky [3], von Tomaschek [4], von J. Schiwitz [5] u. s. w.

---

[1] v. Leonhard und Bronn's Jahrb. für Mineralogie u. s. w. 1848, S. 434 u. s. w.

[2] Bericht über das Detonationsphänomen auf der Insel Meleda 1826, S. 49 (Note).

[3] „Der Coglio bei Görz." Jahresbericht des k. k. Ober- und Unter-Gymnasiums in Görz für 1850.

[4] „Bemerkungen über die geologischen Verhältnisse der Umgegend von Görz." Programm des k. k. akademischen Gymnasiums in Görz für das Schuljahr 1854.

[5] Beiträge zur geognostischen Kenntniss des Coglio bei Görz. Programm des k. k. Gymnasium in Triest. V. Jahrgang 1854.

Unser Durchschnitt durchzieht dieselben von St. Primus bis Traunich bei St. Martin, in der Richtung West 15° Süd nach Medana und von hier nach Süd 45° West zum Versabach, südwestlich von Unter-Russitz.

Das südwestliche Fallen der Macigno-Schichten hält an bis zu der Höhe, auf der Quisca steht; das herrschende Gestein auf dieser Strecke ist bräunlicher feinkörniger Sandstein mit hellgrauem unregelmässig schieferigen Mergel wechsellagernd; letzterer enthält, wenn gleich sehr selten, Fucoiden. Nordöstlich von Quisca fand ich eine Schichte eines groben Nummuliten-Conglomerates dem Macigno regelmässig eingelagert.

Westlich von Quisca schlägt das Fallen um; man gewahrt auf dem Wege über St. Martin, Dobra bis Medana, der fortwährend auf dem Bergkamm hinzieht, vorwaltend ein Fallen der Schichten nach Nord, mit Abweichungen bald nach Ost, bald nach West, meist unter flachen Winkeln. Doch sieht man auch Schichtenkrümmungen und locales Fallen nach anderen Weltgegenden. Es herrschen bald sandige, bald mehr mergelige Gesteine vor, an mehreren Stellen, so bei St. Martin, bei Medana u. s. w. zeigen sich blaugraue feinkörnige Sandsteine mit Kohlenspuren, die ganz den echten Wiener Sandsteinen gleichen.

Südwestlich von Medana herrschen auf einer Strecke die Mergel weitaus vor; unser Durchschnitt führt über die Ebene bei Casteletto, und dann über die Hügel bei Ober- und Unter-Russitz, die aber westlich von der Durchschnittslinie über St. Subida und den Berg Quarin mit den übrigen Hügeln des Coglio in directer Verbindung stehen.

Die Hügel bei Russitz bestehen grösstentheils aus dünnen Schichten von feinschieferigem Mergel, die unter etwa 30 bis 40° nach NW. einfallen. Sandstein kömmt darin sehr untergeordnet vor. Auf der Höhe der zweiten Hügelreihe nördlich von Unter-Russitz liegen durch Mergelschieferbänke getrennt mehrere 2 bis 3 Zoll mächtige Schichten von Nummulitenkalk, die nebst zahllosen Nummuliten auch manche andere Versteinerungen enthalten. Als eine directe Fortsetzung dieser Schichten sind unzweifelhaft die Eocengebilde von Cormons zu betrachten, aus denen ich in dem Museum zu Görz sehr wohl erhaltene Exemplare, das *Cerithium cornu-copiae* sah. Nordwestlich von Unter-Russitz gegen St. Subida findet man

zahlreiche grobe Hornsteingerölle; sie stammen aus conglomeratartigen Schichten, die dem Macigno oder Tasello eingelagert sind. In dem tiefen Einschnitt der Strasse bei St. Subida (Fig. 1) zeigt sich dies sehr deutlich. Die Schichten fallen hier nach NO., und man sieht von unten nach oben:

1. graue Mergel feinschiefrig, aber fast ohne weitere Theilung in Schichten;

2. brauner Sandstein nach oben in Conglomerat übergehend in Bänken ½ Fuss Mächtigkeit;

3. Mergel, wie Nr. 1;

4. Sandstein, wie Nr. 2, darin in der Mitte eine Conglomeratschichte.

Aus den mitgetheilten Beobachtungen geht es unzweifelhaft hervor, dass die gesammten Sand- und Mergelgebilde des Coglio so wie die sich ihnen südöstlich anschliessenden bei Görz und im Wipbachthale der Eocenformation angehören. Einzelne Varietäten der Gesteine gleichen wohl oft den Neocom-Sandsteinen des Wiener Waldgebirges in Österreich, im Allgemeinen sind sie aber von diesen gar sehr verschieden. Meist sind es braungefärbte, schiefrig sandige Massen, nur selten dickere Bänke eigentlichen Sandsteines, dazu sehr selten Fucoiden, niemals die bezeichnenden hydraulischen oder Aptychenkalke, keine glimmerreichen Sandsteine, an den Schichtflächen häufig wulstige Erhabenheiten (Hohenegger's Hieroglyphen), aber abweichend von den Chelonierfährten ähnlichen Gebilden; dagegen allenthalben mächtige Bänke von Nummulitenkalk und Sandstein regelmässig eingelagert.

Vom Versabach bei Unter-Russitz bis zur Wipbach bei Ruppa zieht unser Durchschnitt über die ganz flache Görzer Ebene nach der Richtung S. 45° O.

Diese Ebene ist von Schotter bedeckt, unter welchem man aber westlich von Görz z. B. bei der Brücke die Tassello-Schichten anstehen sieht; der Schotter hat hier eine Mächtigkeit von nur 2—3 Klaftern.

Von Ruppa zieht der Durchschnitt in süd-südöstlicher Richtung über Loquiza und Hudilock nach Sella, von hier in süd-südwestlicher Richtung bis Duino. Das Kalkplateau, über welches er auf dieser Strecke hinübersetzt, trägt alle Charaktere der Karstgebirge.

Das erste anstehende Gestein, auf welches man südlich von Merea und Ruppa auf der linken Seite des Wipbachbaches stösst, ist

fester, dichter hellklingender, bald lichter, bald dunkler graugefärbter Kalkstein mit zahlreichen sehr kleinen Nummuliten. Dieses Gestein gleicht vollkommen jenem, welches bei St. Primus am Isonzo unmittelbar dem Hippuritenkalke aufgelagert ist, es streicht von NW. nach SO. und steht beinahe senkrecht; südlich von Ruppa selbst ist doch das Fallen nach NW. zu erkennen.

Gegen Loquiza zu halten diese Schichten, in denen die Nummuliten bald mehr, bald weniger deutlich zu sehen sind, eine kurze Strecke an, dann stösst man auf petrographisch, kaum gut zu unterscheidende Kalksteine, die aber durch zahlreiche Durchschnitte von Hippuriten, die sie enthalten, schon als zur Kreideformation gehörig bezeichnet werden.

Hinter Loquiza trifft unser Durchschnitt eine etwa 50 Fuss tiefe ausgedehnte Dolline. Stellenweise findet man auf dem Plateau Blöcke von krystallinisch-stängligem Kalkspath, offenbar eine Bildung, die in Spalten oder Höhlen abgesetzt wurde. Bald hinter Loquiza stösst man auf sehr dunkle bituminös riechende Kalksteine, die ebenfalls Hippuriten enthalten.

Ungefähr am halben Wege zwischen Loquiza und Hudilock sieht man die Schichten sehr deutlich unter etwa 30° nach Nord etwas in Ost fallen. Ein Kalkstein von sehr abweichender petrographischer Beschaffenheit kömmt hier vor; er ist feinkörnig krystallinisch, in verwitterten Stücken sandig mit Schwefelwasserstoffgeruch; er enthält keine Petrefacten, doch folgen bald wieder die dichten Kalksteine mit Hippuriten.

Bei Hudilock befinden sich zahlreiche Dollinen, in einer derselben zeigt sich auf Klüften die bekannte *Terra rossa*. Die Kalksteine sind bald heller, bald dunkler gefärbt; letztere oft sehr ähnlich den durch ihre fossilen Fische so bekannt gewordenen Kalksteinen von Comen, welcher Ort kaum 1½ Meilen östlich von unserer Durchschnittslinie liegt. Fortwährend findet man Hippuriten bis Sella, welches am Rande eines verhältnissmässig tiefen aber wasserleeren Spaltenthales liegt, in dessen Grunde sich das Dorf Bnertorizza befindet. Dieses Thal zieht östlich fort bis Clanz, ist aber, wie man in der Zeichnung der Generalstabskarte sieht, weiter nach OSO. zu verfolgen, bis in die Gegend von Duttoule und Creple.

Bei Bnertorizza bedingt dieses Thal eine Änderung der Schichtenstellung an der Nordseite desselben und an dem steilen Abhang, der

von Sella nach Bnestavizza fallen die Schichten nach Nord und NO. an der Südseite dagegen bis zum Meere flach nach Süd und Südwest; der Kalkstein ist hier meist sehr dunkel, öfter schiefrig; Hippuriten fanden sich bei Medeauza, dann aber auch sehr häufig an dem letzten Abhange gegen St. Giovanni am Meere nordwestlich bei Duino. Das letzte Gestein, welches man im Hafen von Duino anstehen sieht, ist ein sehr hellgrauer, beinahe erdiger Sandstein, an dessen Bruchflächen man sehr zahlreiche, kleine glänzende Kalkspaththeilungsflächen erkennt. Sie rühren wohl von organischen Resten her.

Aus dem Gesagten geht hervor, dass nur der nördliche Rand jener Partie des Karstes, der in der Gegend unseres Durchschnittes zwischen der Wipbach und dem Meere liegt, der Eocenformation angehört, die ganze übrige Masse aber der Kreideformation angehöriger Hippuritenkalk ist.

Folgerungen.

Nur aus einer Vergleichung des Auftretens der verschiedenen Formationen entlang der ganzen Alpenkette wird sich die Geschichte der allmählichen Bildung dieser gewaltigen Gebirgsmasse mit einiger Zuversicht in allgemeinen Zügen skizziren lassen. Ein einzelner Durchschnitt, wie der hier vorliegende, reicht dazu natürlich nicht aus; eine wichtige Thatsache jedoch geht aus seiner näheren Betrachtung hervor. Sie besteht darin, dass nur die einer gewissen mittleren Zeitperiode angehörigen Sedimentgebilde, und zwar die der Trias und Liasepoche, in der nördlichen und südlichen Nebenzone vollständiger mit einander harmoniren; dass dagegen bezüglich der älteren Formationen zu beiden Seiten der Centralkette wesentliche Unterschiede bestehen, welche durch die Zeit ihrer Ablagerung selbst, bedingt sind, und von gewaltigen Revolutionen der Erdoberfläche, in der Gegend der heutigen Alpen schon in der paläozoischen Zeit, Zeugniss geben, dass endlich auch die jüngeren Formationen der Nord- und Südseite nicht mit einander harmoniren, und theilweise ganz verschiedene Bedingungen während der Zeit ihrer Ablagerung voraussetzen, theilweise aber auch die Epochen der letzten Erhebung in den Nord- und Südalpen als sehr verschieden erscheinen lassen.

So ist das älteste Versteinerungen führende Gebilde auf der Linie unseres Durchschnittes, die silurische Formation, nur in den Nordalpen zu finden; gewisse Schiefer der Centralalpen wurden

vielleicht zu gleicher Zeit abgelagert und später verändert; in den Südalpen dagegen waren zu jener Zeit die Bedingungen zu einer Meeresablagerung nicht gegeben.

Zur Zeit der Bildung der devonischen Formation fanden auf der Linie unseres Durchschnittes, weder auf der Nord- noch auf der Südseite Ablagerungen Statt. Doch erscheinen, wie längst bekannt, devonische Gesteine in grosser Verbreitung am östlichen Ende der Alpen bei Gratz.

Die Steinkohlenformation erscheint nur in den Südalpen; während ihrer Bildung erfolgte also in der Gegend der jetzigen Nordalpen keine Ablagerung. Die in den Gesteinen dieser Formation vorfindlichen Pflanzenabdrücke setzen ein nahe gelegenes Festland voraus.

Gesteine dem Rothliegenden oder Zechstein angehörig konnten bisher weder in den Nord- noch in den Südalpen nachgewiesen werden.

Es kann demnach für den ganzen Zeitraum der Ablagerung der paläozoischen Formationen eine gleichmässige Meeresbedeckung unserer jetzigen Alpenländer nicht angenommen werden; und es waren nur während der Silurzeit die jetzigen Nordalpen und ein Theil der Centralalpen, während der devonischen Zeit die östlichen Centralalpen bei Gratz, während der Steinkohlenzeit die jetzigen Südalpen Meeresboden.

Der Umstand, dass die ältesten Glieder der Triasformation gewöhnlich in concordanter Schichtenlage sowohl im Norden auf den Gesteinen der Grauwackenformation als im Süden auf jenen der Steinkohlenformation aufliegen, beweist aber, dass die Niveauveränderungen jener Zeit nicht sowohl durch mit Schichtenstörungen verbundene Gebirgserhebungen und Senkungen hervorgebracht wurden, sondern vielmehr continental waren, und die horizontale Lage der Schichten nur wenig oder nicht änderten.

Die Gesteine der Trias- und Liasepoche sind in den Nord- und Südalpen beinahe ganz gleichartig entwickelt; ihre einzelnen Glieder folgen ohne Störung regelmässig auf einander. Die gewaltige Mächtigkeit der Schichten des Hallstätter und Dachsteinkalkes an dem Absturze gegen das Ennsthal macht ein rasches Auskeilen dieser Schichten gegen Süd eben so unwahrscheinlich, als die nicht weniger mächtige Entwicklung der gleichnamigen Gebilde in der Gegend von

Tarvis, ein solches gegen Nord. Als natürlicher muss die Annahme betrachtet werden, dass diese Gebilde vor der Emportreibung der Centralalpen in unmittelbarem Zusammenhang standen, und durch das Hervortreten derselben erst von einander getrennt wurden [1]; die Radstätter Tauerngebilde im Norden und die Triasgesteine zwischen dem Drauthal und Gailthal im Süd — die ersteren metamorphosirt durch dieselben Kräfte, welche den Centralgneiss bildeten und die Gesteine der Schieferhülle ihre jetzige Gestalt annehmen liessen, die letzteren unverändert — wären dann Überreste der Gesteinsdecke, die sich ehemals gleichmässig über die jetzt von den krystallinischen Gesteinen der Centralkette eingenommene Gegend ausbreitete. Sie wurden in einem zusammenhängenden Meere abgelagert. Der Hauptmasse nach bestehen sie aus mehr oder weniger reinen Kalksteinen, und deuten demnach auf Bildung in hoher See, womit auch die relative Seltenheit organischer Reste, und wo solche vorhanden sind, ihr vorwaltend pelagischer Charakter übereinstimmt. Nur eingeleitet wird die Bildung überall gleichmässig durch ein Sandstein- oder selbst Conglomeratgebilde, die Werfener Schiefer, deren Absatz erfolgen mochte zur Zeit als sich das frühere Festland allmählich unter den Meeresspiegel senkte. Weiter hinauf finden sich auf der Durchschnittslinie sandige oder mergelige Gebilde in den Südalpen nur gegen das Ende der Triasperiode (die Raibler oder Cassianer Schichten), in den Nordalpen dagegen local während der ersten Abtheilung der Liasperiode (die Kössener Schichten).

Alle jüngeren Formationen, vom Jura angefangen, überlagern ungleichförmig und nur local die oben genannten älteren Gebilde, oder treten relativ niedere Gebirge bildend in zusammenhängenden Massen erst am Nord- und Südrand der aus den älteren Gesteinen bestehenden Hochalpen auf. Nach dem Ende der Liasperiode also musste die erste Haupthebung des gesammten Alpengebirges erfolgt sein, welche einen grossen Theil des ganzen Gebietes über den Meeresspiegel heraufbrachte, so dass spätere Ablagerungen nur mehr in einzelnen Buchten und Becken, oder aber an den Rändern erfolgen konnten.

Gesteine der Juraformation sind auf der Linie des Durchschnittes in den Nordalpen und Südalpen nachgewiesen, sie überlagern meistens

---

[1] Vergleiche Suess: Die Brachiopoden der Kössener Schichten, S. 7.

ungleichförmig die älteren Gebilde, nur die Partie am nördlichsten Rand der Kalkalpen scheint gleichförmig dem oberen Lias aufgelagert. Übrigens sind alle unabhängig von den jetzigen Thälern.

Neocom-Schichten erscheinen auf der Linie unseres Durchschnittes nur in den Nordalpen, und zwar sowohl als Randgebilde (die Wiener Sandsteinzone), als auch im Innern im Thalkessel von Ischl. Sie, so wie die jüngeren Kreidegebilde, die Gosauschichten, schliessen sich schon entschieden den grossen Längsthälern und Tiefenlinien der Alpen an, welche Aufbrüche der ganzen Kalkmassen bis zum bunten Sandstein darstellen. Die Bildung dieser Aufbruchsthäler muss also schon gegen das Ende der Jurazeit erfolgt sein.

Jüngere Kreideschichten sind in dem Randgebirge der Nordalpen noch nicht sicher nachgewiesen, doch ist es sehr möglich, wie schon früher erwähnt wurde, dass sie durch einen Theil der Wiener Sandsteine ebenfalls noch vertreten werden. Diese Annahme gewinnt an Wahrscheinlichkeit, wenn man bedenkt, dass die eocenen Nummulitenschichten in gleicher Schichtenlage sich den Wiener Sandsteinen unmittelbar anreihen; auffallend aber bleibt es immerhin, dass nur die in einzelnen Buchten im Innern der Kalkalpen abgelagerten oberen Kreidegebilde (die Gosaugebilde) einen so überraschenden Reichthum an organischen Resten darbieten, während die Wiener Sandsteine kaum Spuren von solchen aufzuweisen haben.

Die letzten grossen Gebirgshebungen in den Nordalpen fanden in der Gegend, wo unser Durchschnitt sie trifft, zu Ende der Eocenzeit Statt, wie die gemischte Lage der dieser Formation angehörigen Schichten beweist. In ungestörter horizontaler Richtung stossen an ihnen die jüngeren Neogenschichten des oberösterreichischen Tertiärbeckens an, die wieder nur durch eine continentale Hebung ihre jetzige Höhe von durchschnittlich mehr als 1000 Fuss über dem Meeresspiegel erreichen konnten.

In den Südalpen finden wir dagegen auf der Linie des Durchschnittes die ganze Masse der südlich von den Kalkhochalpen gelegenen niederen Berge und Hügel aus Gesteinen der jüngeren Kreide und der Eocenzeit gebildet. Kalksteine mit zahlreichen Versteinerungen nehmen an der Zusammensetzung der ersteren einen beinahe vorwaltenden Antheil, während die letzteren beinahe nur aus Mergeln, Conglomeraten und Sandsteinen bestehen. Die Schichten dieser Formationen sind alle geneigt. Jüngere Tertiärschichten finden sich

auf der Linie des Durchschnittes nicht vor, doch treten sie in dem benachbarten venetianischen Gebiete auf, und zwar analog der Molasse der Schweiz mit geneigten Schichten, geben also Zeugniss von einer Gebirgshebung, die erst in die Diluvialzeit verlegt werden kann.

Eines eigenthümlichen Verhältnisses möchte ich schliesslich noch gedenken, ohne übrigens demselben jetzt schon eine zu weittragende Bedeutung vindiciren zu wollen. Es ist der Umstand, dass Gebilde der Nordalpen, die in ihrem allgemeinen physicalischen Auftreten, ja selbst in den petrographischen Verhältnissen eine gewisse Analogie zeigen mit Gebilden der Südalpen, so häufig um eine Stufe älter sind als sie.

So entsprechen in der ganzen Art des Auftretens den silurischen Schichten der Nordalpen die der Steinkohlenformation angehörigen Gailthaler Schichten der Südalpen. Den Adnether Schichten der Nordalpen, welche nebst den Ammoniten der höheren Liasetagen auch zahlreiche Arieten und andere Formen des tiefsten Lias führen, sind petrographisch und nach der ganzen Stellung analog den Schichten von Erba, Induno u. s. w., die nur Fossilien der oberen Liasetagen, und vielleicht schon einige jurassische Formen führen. Die Randgebirge im Norden bestehen hauptsächlich aus Neocom-Schichten, obere Kreide ist darin zweifelhaft, und Eocenschichten sehr untergeordnet. Die Randgebilde der Südalpen dagegen bestehen vorwaltend aus jüngeren Kreide- und Eocenschichten, denen man auch noch die gehobenen Subapeninnenmergel beizählen muss. Wollte man die Analogien noch weiter führen, so könnte man endlich die im oberösterreichischen Tertiärbecken horizontal abgelagerten Neogengebilde in eine gewisse Parallele stellen mit den Schichten der venetianischen Ebene, deren Bildung im nahe gelegenen adriatischen Meere noch heute fortgeht.

Sud

1 Granit · 2 Gneiss · 3 Glimmerschiefer · 4 Centralgneiss · 5 Hornblendeschiefer · 6 Körniger Kalkstein · 7 · 8 Chloritschiefer der Schieferhülle · 9 · 10 · 11 · 12 · 13 · 14



Fig. 1 Hohlweg bei St. Sabula

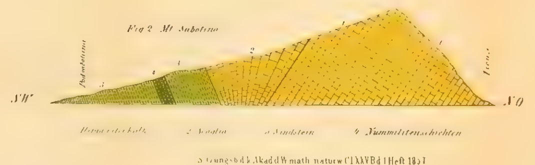


Fig. 2 Mt. Sabotino

4 Nummulitenschichten

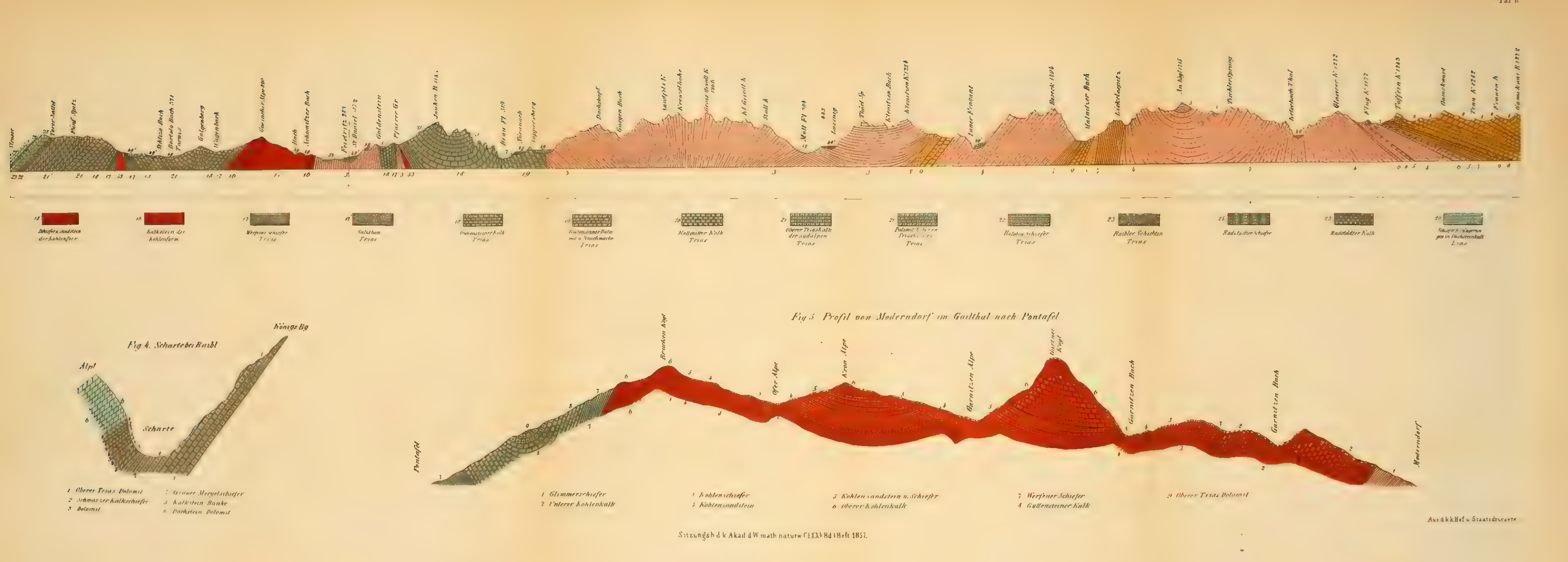


Fig. 3 Gehänge oberhalb Mlinska

1 Lichter Kalkstein 2 Grauer Schiefer 3 Sandstein 4 Dunkler Kalk 5 Breccie

Aus d. k. k. Hof u. Staatsdruckerei





Aus d k k Hof u. Staatsdruckerei









Fig 11 Profil westlich bei Ottnang

Fig 12 Profil südlich bei Alfersham



Über den Einfluss des Bodens auf die Vertheilung der Pflanzen.

Als Beitrag zur Kenntniss der Flora von Österreich, der Geographie und Geschichte der Pflanzenwelt.

Von **D. Stur.**

Seitdem meine Arbeit über den Einfluss des Bodens auf die Vertheilung der Pflanzen in den Sitzungsberichten der k. Akademie der Wissenschaften abgedruckt wurde[1]), ist ein grosses Werk über Pflanzengeographie von M. Alph. De Candolle erschienen[2]). Der gefeierte Name des Verfassers spricht für den reichhaltigen und auserwählten Inhalt desselben. Die einfache Darstellung der allgemeinen Gesetze sowohl als auch die detaillirteste Auseinandersetzung der meisten wichtigsten Theile der Pflanzengeographie machen es unzweifelhaft, dass dieses grossartig angelegte Werk den neueren Forschungen auf dem Felde der Pflanzengeographie eine gewisse Richtung zu geben vermögen wird.

Um so mehr ist es zu bedauern, dass in diesem für die Entwickelung der Wissenschaft so hochwichtigen Werke eine Kategorie von pflanzengeographischen Untersuchungen, die von vielen ausgezeichneten Männern der Wissenschaft schon lange her gepflogen wurden, mit einer gewissen, deutlich fühlbaren Stiefmütterlichkeit behandelt wurde. Ich meine hier die Untersuchungen über den Einfluss des Bodens auf die Vertheilung der Pflanzen.

Durch eine Anhäufung theils wirklicher, theils zweifelhafter Daten über die Nichtbodenstetigkeit der Pflanzen, ferner durch die Vergleichung von weit von einander entfernten Vorkommnissen von einzelnen Pflanzen auf verschiedenem Boden, sucht De Candolle die Frage als erledigt darzustellen, dass nämlich der Einfluss des Bodens auf die Vertheilung der Pflanzen als Null zu betrachten sei.

---

[1]) Bd. XX, S. 71.

[2]) Géographie botanique raisonnée, 2 vol. in 8°. Paris et Genève 1855.

Hiemit ist die Möglichkeit sogar, neue Kräfte für Untersuchungen in dieser Richtung zu gewinnen, benommen; denn wer sollte es wagen, auf diesem so unfruchtbar dargestellten Felde seine Kräfte unnütz zu zersplittern.

Wenn ich diesen Gegenstand in Folgendem näher berühre, so soll es genügen, Zweifel in der scheinbar abgemachten Sache zu erheben und die gewiss wichtige Frage über den Einfluss des Bodens auf die Vertheilung der Pflanzen offen zu erhalten. Dies glaube ich um so mehr thun zu müssen, als trotz der ausgezeichneten, in ihrer Vollkommenheit einzig dastehenden Arbeit Sendtner's: „Über die Vegetations-Verhältnisse Südbaierns", auch bei der letzten Versammlung der deutschen Naturforscher und Ärzte in Wien (Tageblatt Nr. 7, Separat-Sitzung für Pflanzengeographie am 20. September 1856) die Meinungen sich dahin zu neigen schienen, dass den physicalischen Eigenschaften des Bodens der grösste Einfluss auf die Vertheilung der Pflanzen zugeschrieben werden müsse.

Der allererste Grund zu Missverständnissen wurde dadurch gelegt, dass man in der Betrachtungs- und Benennungsweise des Bodens einen falschen Weg eingeschlagen hatte. Mit einer ganz regellosen Willkürlichkeit betrachtete der eine der Schriftsteller allen Boden der südlichen und nördlichen Kalkalpen als Kalk-, und den der Centralkette als Urgebirge, ein anderer hatte in der Centralkette Kalk- und Urgebirge, wie er in den Kalkketten Kalk- und Urgebirge annahm.

Und daher kam es, dass *Braya alpina* Hoppe Strnbg. im Verzeichnisse der bodensteten Pflanzen des Dr. Poech (Regensb. Flora 1842, S. 364) unter den Gneisspflanzen eingereiht erscheint, während sie von Dr. Ehrhardt (Regensb. Flora 1849, S. 312) als eine Kalkpflanze betrachtet wird, und in Mohl's Verzeichnisse (Über den Einfluss des Bodens) als Urgebirgspflanze figurirt. Und doch kommt die *Braya alpina* nur auf einem einzigen Gesteine, auf dem Kalkglimmerschiefer der Gamsgrube und deren Umgebung vor, dessen Detritus man weder einen Kalkboden noch einen Gneissboden nennen kann, und der, wenn man nach der alten Bezeichnungsweise des Bodens consequent sein wollte, als ein Kalkgneissboden benannt werden müsste. Es wäre ein Leichtes, diese Nachweisung von fehlerhaften und sich ganz widersprechenden Angaben des Bodens

vieler Pflanzen zu vervielfältigen; dieser eine gewiss schlagende Fall möge genügen.

Ein zweiter Grund, warum der Einfluss des Bodens auf die Vertheilung der Pflanzen missverstanden werden musste, war der, dass man immer unter dem Namen Urgebirgs- oder Gneiss-Boden alle Gesteine der Centralkette: Gneiss, Glimmerschiefer, Hornblendeschiefer, Chloritschiefer, Serpentin, Kalkglimmerschiefer, körniger Kalk, Dolomit u. s. w. zusammenfasste. Daraus folgte, dass viele von den echten Kalkpflanzen, die sowohl in der Centralkette als auch in den Kalkalpen nur auf Kalk oder auf Kalkglimmerschiefer vorkommen, also bodenstet sind, als bodenvag erscheinen mussten.

Die oft vom Zufalle gebotene Gelegenheit, die der eine oder andere der Naturforscher hatte, Gebirge, die ausschliesslich aus Kalk oder Kiesel- und Thonerde bestehen, oder solche, in denen diese Erden in gleichmässiger Mischung vorkommen, in pflanzengeographischer Hinsicht untersuchen zu können, übte in vielen Fällen einen hinderlichen Einfluss auf die schnelle Entwickelung dieses Theiles der Naturerkenntniss. Die einen sahen, dass es die chemischen Eigenschaften des Kalkes oder des Gneisses sind, die hauptsächlich auf die Vertheilung der Pflanzen einwirken, die andern, die den Boden überall chemisch gleichmässig gemischt fanden, konnten diesen Einfluss nur den physicalischen Eigenschaften des Bodens zuschreiben. Daraus folgten sich vollkommen entgegengesetzte Bestrebungen, die den Fortschritt in der Wissenschaft bald rechts, bald links vom rechten Pfade ablenkten. Es darf uns daher nicht wundern, wenn in zusammenstellenden Werken der Einfluss des Bodens auf die Vertheilung der Pflanzen ganz ausser Acht gelassen wurde, wenn man nur in Ausnahmsfällen den chemischen Eigenschaften des Bodens einen Einfluss zuschrieb, wenn man ferner die physicalischen Eigenschaften des Bodens, deren Einfluss doch in vielen Fällen nicht geleugnet werden konnte, durch verschiedene klimatische Zufälligkeiten zu erklären suchte, oder die Vertheilung der Pflanzen nur vom Klima abhängig machen wollte.

Es ist auffallend wie man sich bis jetzt, gewöhnlich gleich voraus, wehren zu müssen glaubte gegen die namhafte Angabe einer jeden einzelnen Gebirgsart, auf der die Pflanzen lebend gefunden wurden. (Mohl, Über den Einfluss; Ehrhardt, Regensb. Fl. 1849.) Man glaubte (Mohl, l. c. Seite 16), die Vegetation wechsle nicht

in gleichem Grade mit den Gesteinen, insbesondere im Urgebirge. Man glaubte, bei der Durchwanderung solcher Urgebirgs-Alpen-Gegenden, wo die Gesteine: Gneiss, Glimmerschiefer, Serpentin u.s.w. in mannigfachem Wechsel vorkommen, die Floren dieser Gesteine sehr übereinstimmend gefunden zu haben. Ich glaube jedoch nachgewiesen zu haben, dass dem nicht so ist, indem die Flora des Kalkglimmerschiefers nur theilweise und zwar nur im geringsten Theile auch auf Gneiss und Glimmerschiefer vorkomme, dass nicht die ganze Kalkflora auf dem Kalkglimmerschiefer zu treffen sei, und dass ferner die Vertheilung der Pflanzen mit der Vertheilung der Gesteine im innigsten Zusammenhange stehe [1]).

Dieses Sträuben gegen die Beobachtung des namhaft angeführten Gesteines und dessen Einfluss auf die Vertheilung der Pflanzen ist um so auffallender, als weder die chemischen noch die physicalischen Eigenschaften des Bodens isolirt und unmittelbar von der Natur gegeben sind, sondern immer und in allen Fällen mit einander vereinigt im Gesteine vorliegen. In dieser Beziehung ist das schon oft erwähnte, durch seine Flora sehr ausgezeichnete Gestein der Centralkette der Kalkglimmerschiefer von besonderer Wichtigkeit.

Dasselbe besteht [2]) aus körnigem Kalk, dem einzelne kleine Quarzkörner beigemengt sind, und der in sehr dünnen, manchmal kaum 1 Linie mächtigen Schichten auftritt, zwischen welchen sich noch dünnere Lagen von Glimmer eingeschaltet befinden. In der Mächtigkeit des Kalkglimmerschiefers wird bald der Kalk, bald der Glimmer vorwaltend, nicht selten findet man Ausscheidungen einerseits von Glimmerschiefer, andererseits von körnigem Kalk in demselben. Das Product aus der Verwitterung des Kalkglimmerschiefers nähert sich in einem Extreme ganz dem Verwitterungs-Producte des Glimmerschiefers, indem aus demselben eine an Glimmerblättchen ausserordentlich reiche, in trockenem Zustande staubartige, die Feuchtigkeit gierig aufsaugende, in feuchtem Zustande lehmige und die Feuchtigkeit lange behaltende Erde entsteht. Im andern Extreme treten im Kalkglimmerschiefer Kalkwände auf, die den Einflüssen der

---

[1]) Beiträge zur Flora von Salzburg in österr. bot. Wochenblatte V, Nr. 11, S. 83. Über den Einfluss des Bodens auf die Vertheilung der Pflanzen. Sitzungsb. d. mathem. naturw. Cl. d. k. Akad. d. Wissensch. Bd. XX, S. 71.

[2]) Geologische Beschaffenheit der Centralalpen zwischen dem Hochgolling und dem Venediger von D. Stur, Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. V, S. 829.

Atmosphärilien ebenso standhaft widerstehen, wie eine jede Alpenkalkwand. Und doch findet man trotz der, in Hinsicht auf die physicalischen Eigenschaften vollkommenen Gleichheit des Kalkglimmerschiefer-Bodens der Gamsgrube oder des Iselthales bei Pregratten, mit dem Glimmerschiefer-Boden z. B. des Hoch-Gollings, daselbst ganz andere Pflanzen, als man sie je am Hoch-Golling sammeln konnte. Ebenso kommen auch nur einzelne Kalkpflanzen auf dem Kalkglimmerschiefer vor und durchaus nicht alles, was die Kalk-Flora so auszeichnet. Zum Beweise, dass nicht nur die physicalischen Eigenschaften der Gesteine, sondern auch ihre chemische Zusammensetzung einen gemeinschaftlichen Einfluss ausüben auf die Vertheilung der Pflanzen.

In Dolomit-Gebirgen, namentlich auf der Kerschbaumer Alpe bei Lienz, oder auf der benachbarten Schwärzen und von da herab bis nach Tupfbad im Gailthale, in den Schutthalden und Giesbächen, wo der in Gerölle und feinen Sand zerriebene Dolomit, in Bezug auf physicalische Eigenschaften eine dem Gneiss, Glimmerschiefer oder Quarz-Sande ganz analogen, trockenen, die Feuchtigkeit leicht durchlassenden Boden bildet, findet man da etwa dieselben Pflanzen, die man nach den physicalischen Eigenschaften dieses Sandbodens erwarten sollte? Nicht eine einzige Pflanze von dem kaum 20—30 Klafter entfernten Glimmerschiefer ist im Stande, auf diesem durch seine chemischen Eigenschaften ausgezeichneten Boden sich ausbreiten zu können, während auf demselben beinahe alle Pflanzen vorkommen, die man an Dolomit-Felsen dieser Gegend wachsend findet.

Das alles beweist nur zu deutlich, dass bei gleicher physicalischer Beschaffenheit und ungleicher chemischer Zusammensetzung zweier Bodenarten die Floren derselben ausserordentlich verschieden sind.

Der umgekehrte Satz, dass nämlich bei gleicher chemischer Zusammensetzung zweier Bodenarten, aber bei auffallend ungleichen physicalischen Eigenschaften derselben auch die Flora dieser Bodenarten ungleich ist, hat man schon vielfach nachgewiesen.

Aber auch die Trockenheit des Bodens oder die Feuchtigkeit desselben wird nur in den selteneren Fällen von aussen herbeigeführt, sie hängt auch grösstentheils von seinen chemischen oder physicalischen Eigenschaften ab, oder kürzer gesagt, gehört dem Gesteine an. Das gewisse Mass [1]) des mechanischen Widerstandes, das der Boden

[1]) Hoffmann's Grundzüge der Pflanzenklimatologie. Leipzig 1857, S. 551.

den aufsaugenden Würzelchen entgegensetzt, das rechte Mass der wasserhaltenden Kraft und des Wärme bindenden Vermögens gehören ja eben dem Boden oder dem Gesteine an. Ja sogar die grössere oder geringere Absorption oder Reflexion des Lichtes, mithin die daraus folgende Modification der directen Beleuchtung durch Sonnenstrahlen gehört ebenfalls dem Boden oder dem Gesteine an.

Alle diese Betrachtungen, glaube ich, sind geeignet, die Überzeugung aufzudringen, dass man die alte Bezeichnungs- oder Benennungsweise des Bodens verlassen müsse, indem man mit der speciellen Angabe und Benennung des Bodens oder des Gesteins, d. h. der Unterlage, auf der die Pflanzen lebend gefunden werden, nicht nur die chemische Zusammensetzung und die physicalischen Eigenschaften desselben angibt, sondern man deutet nach dem jetzigen Stande unserer geologischen Kenntnisse die Lagerungsverhältnisse und die Nachbargesteine zugleich an, also alles was bei pflanzengeographischen Arbeiten über das Verhältniss der Pflanze zu ihrem Boden Wissenswerthes ist. (In jenen Fällen, wo die chemischen Analysen noch nicht bekannt sind, werden sie in der Folge zu den genannten Gesteinen leicht nachgetragen werden können, was bei der allgemeinen Benennung: Kalk-, Schiefer-, Urgebirge, nicht geschehen kann.)

Der Werth dieser Angaben ist überdies in der Natur begründet. Denn der Dachsteinkalk am Dachstein im Tännengebirge, überhaupt in der nördlichen Alpenkette, hat genau dieselben petrographischen Eigenschaften, die der Dachsteinkalk des ringsherum von Schiefergebirgen umgebenen Lienzer Gebirges (der Kerschbaumer Alpe), und unterscheidet sich nicht in dem allergeringsten Merkmale von den Dachsteinkalken des Terglou, des Krn in Krain, des Monte Mariana und Monte Monfalcone in der Carnia.

Die Hallstätter Kalke und die Dolomite derselben gleichen sich an allen bis jetzt bekannten Punkten unter einander, und sind an allen Stellen ihres Vorkommens ganz gleich schwierig in petrographischer Hinsicht von den Dachsteinkalken zu unterscheiden.

Ebenso unterscheidet sich der Centralgneiss unserer östlichen Alpen nicht im geringsten von dem Centralgneisse der Schweiz, ebenso gut wie der Kalkglimmerschiefer, der Chloritschiefer, der Kalkschiefer, der Serpentin oder Glimmerschiefer.

In der Betrachtung des Gesteines und dessen Einflusses auf die Vertheilung der Pflanzen sollten sich daher die Pflanzengeographen, die bisher getrennt theils die chemischen Eigenschaften des Bodens hervorgehoben haben, theils die physicalischen Eigenschaften desselben priesen, vereinigen.

De Candolle wurde durch die Ungleichheit der Angaben der Naturforscher verführt, und glaubte durch die Vergleichung der Angaben verschiedener Pflanzengeographen zu dem Resultate gekommen zu sein, dass der Einfluss des Bodens auf die Vertheilung der Pflanzen ein ausserordentlich geringer und nicht nachweisbarer ist. Leider war De Candolle bei der Vornahme dieser Vergleichung nicht sehr strenge in der Wahl, indem er die sehr gewissenhaften Angaben Mohl's [1]) mit denen des Dr. Ehrhardt und des Dr. Poech verglich. Denn die Arbeit des ersteren verliert schon wegen der einzigen Angabe der *Braya alpina* Hoppe Strnbg. der Gamsgrube auf Kalk (da sie auf Kalkglimmerschiefer wächst), die des andern wegen der Betrachtung der Gebirge um Heiligenblut als Gneissgebirge (da in der nächsten Umgebung und besonders nördlich von Heiligenblut gar kein Gneiss vorkommt) jeden ernsteren wissenschaftlichen Werth.

Das auf diese Weise mit Unrecht abgekürzte Verzeichniss der bodensteten Pflanzen sucht De Candolle noch ferner dadurch in Misscredit zu bringen, dass er es mit den Angaben Wahlenberg's (*fl. carp.*) in Verbindung bringt. Wahlenberg's geognostische Untersuchungen in den Karpathen, wie weit stehen sie zurück gegen die von Beudant auf seiner mineralogisch-geognostischen Reise durch Ungarn gesammelten! Und wer wollte diese letzteren an Werth gleichstellen denjenigen aus den österreichischen und schweizerischen Alpen! Und diese letzteren wieder, sind sie im Stande, allen Anforderungen der Pflanzengeographen zu entsprechen?! — —

Daraus folgt, dass die Untersuchungen Wahlenberg's in den Karpathen als veraltet, und unvergleichbar mit Arbeiten über den Einfluss des Bodens auf die Vertheilung der Pflanzen aus den Alpen, vorläufig bei Seite gelegt werden müssen.

Die Angaben der Herren Sauter, Prof. O. Heer und Prof. Unger glaubt De Candolle ausser Acht lassen zu müssen, weil sie

[1]) De Candolle, Geogr. bot. rais. I. S. 432.

sich mit einem geringeren Territorium beschäftigen. (Sendtner's Vegetations-Verhältnisse Südbaierns sind ebenfalls nicht berücksichtigt.)

Ebenso lässt De Candolle alle jene Pflanzen, die eine geringe Verbreitung besitzen, unbeachtet, indem sie ungenügend sein sollen als Beweise für den Einfluss des Bodens aufgestellt zu werden, da uns die Gelegenheit benommen ist. dieselben an anderen Orten auf die Richtigkeit dieser Bodenstetigkeit zu prüfen.

Hierin thut aber De Candolle ganz unrecht. So ist namentlich folgende ausgezeichnete und in ihrer Art einzige Flora des Dachsteinkalkes und deren Dolomite von ihm unbeachtet gelassen:

Sesleria sphaerocephala Ard.
Valeriana elongata Jacq.
„ *saxatilis* L.
„ *supina* L.
Centaurea montana Jacq.
Anthemis alpina L.
Achillaea Clusiana Tsch.
„ *atrata* L.
Aronicum Clusii Koch.
Buphthalmum salicifolium L.
Crepis blattarioides Rch.
Geracium chondrilloides Jacq.
Saussurea pygmaea Spr.
Phyteuma cordatum Sieb.
Betonica Allopecurus L.
Veronica aphylla L.
„ *saxatilis* L.
Paederota Bonarota L.
Scrofularia chrysanthemifolia M. B.
Androsace helvetica L.
„ *Hausmanni* Leyboldt.
„ *lactea* L.
„ *villosa* Wulf.
Primula integrifolia Jacq.
Soldanella alpina L.
Rhododendron hirsutum L.
Rhodothamnus Chamaecistus Rchb.

Gentiana bavarica L.
„ *pumila* Jacq.
„ *imbricata* Fröl.
„ *pannonica* Scop.
„ *lutea* L.
Hippocrepis comosa L.
Sedum atratum L.
Saxifraga Hohenwartii Vest.
„ *Burseriana* L.
„ *caesia* L.
„ *crustata* Vest.
Potentilla nitida L.
„ *Clusiana* Murr.
„ *caulescens* L.
Rosa alpina L.
Alchimilla alpina L.
Iberis rotundifolia L.
„ *cepeaefolia* Wulf.
Hutchinsia alpina L.
Petrocallis pyrenaica.
Kernera saxatilis Rchb.
Papaver alpinum L.
Ranunculus Traunfellneri Hoppe.
„ *Seguierii* Vill.
„ *hybridus* Bir.
Pulsatilla grandiflora Hoppe.
Siebera cherlerioides Schrad.

Der grösste Theil dieser Pflanzen, wenn nicht auf einem und demselben Berge, findet sich aber zerstreut über allen jenen Alpen des nördlichen Alpenzuges vom Schneeberge, über den Hochschwab, den Dachstein, das Tännengebirge über Berchtesgaden bis nach Tirol, so weit die Dachsteinkalke und Hallstätterkalke vorkommen.

In dem südlich von der Centralkette gelegenen, ringsherum von Glimmerschiefer eingeschlossenen, aus Dachsteinkalk, Hallstätter-Kalk und deren Dolomiten gebildeten Lienzergebirge (Kerchbaumer Alpe) finden wir diese Pflanzen wieder. Und noch weiter südlich am Terglou und von da herab bis an den Rand der südlichen Kalkhochalpen (am Krn, Slieme-Wrch), so weit der Dachsteinkalk reicht,

bewohnen denselben wenn auch mit anderen südlichen Formen untermischt, doch immer noch Pflanzen aus dem angegebenem Verzeichnisse.

So viel bekannt, sind aber auch wirklich die Dachsteinkalke nirgends ausserhalb der Alpen mit Sicherheit nachgewiesen; die wundervollen Versteinerungen des Hallstätter Kalkes und die sie enthaltenden Kalke, sind auch bis jetzt nur aus den Alpen bekannt. Wenn daher diese Gesteine nur in den Alpen vorkommen, die sie bewohnenden Pflanzen ebenfalls nur aus den Alpen, von einem ebenso beschränkten Raume als ihre Unterlage bekannt sind, ist dies nicht gerade der beste Beweis für die Bodenstetigkeit dieser Pflanzen?

Die Flora des Dachsteinkalkes und des Hallstätter Kalkes ist aber bodenstet unter den verschiedensten Umständen. Man trifft sie nicht nur in der nördlichen und südlichen Kalkalpenkette an, sondern auch auf dem von weit ausgebreiteten Silicat-Gesteinen gänzlich isolirten Kalkgebirge bei Lienz (auf der Kerschbaumer Alpe). Diese Flora bleibt unter dem Zudrange des scharfen Nordwindes, ferner auf Gebirgen die abwechselnd der Einwirkung der kalten Gletscherluft, und des durch den nahen Süden gemilderten Klima ausgesetzt sind, endlich unter dem beständig aufsteigendem warmen Luftstrome der südlichen Ebenen ihrer Unterlage getreu. Welche Änderung müssten gewisse physicalische Eigenschaften des Bodens erleiden, um unter den verschiedensten klimatischen Einflüssen dieselben Pflanzen anziehen zu können. Doch ändern sich weder die chemische Zusammensetzung der Dachsteinkalke und der Hallstätter Kalke, noch die physicalischen Eigenschaften derselben; dies alles zum Beweise, dass das Gestein auch unter bedeutend verschiedenen klimatischen Verhältnissen einen unverkennbaren Einfluss auf die Vertheilung der Pflanzen ausübt.

Sehr wichtig ist hiebei zu bemerken, dass diese drei eben erwähnten Vorkommnisse der Dachsteinkalk-Flora nicht nur nicht zusammenhängen, sondern durch ganz heterogene Gesteine weit auseinander getrennt werden, so dass an eine Wanderung dieser Flora längst der zusammenhängenden Gräthen der Gebirge gar nicht zu denken ist. (Und wenn dies als möglich angenommen werden könnte, so müsste man dann fragen, warum sich diese Pflanzen in den Gebirgen der Centralkette auf Silicatgesteinen nicht eben so allgemein ausgebreitet haben, wie sie bekanntlich gänzlich fehlen?)

Wichtig für die Nachweisung des Einflusses des Bodens auf die Vertheilung der Pflanzen erschien mir ein von De Candolle gegebenes Verzeichniss von Pflanzen, die sowohl in Lappland als auch in den Alpen vorkommen[1]. Es sind lauter Pflanzen der Centralkette oder Urgebirgs-Pflanzen der älteren: Hievon sind:

Thalictrum alpinum L.,
Braya alpina Hoppe,
Lychnis alpina L.,
Potentilla nivea L.,
Oxytropis lapponica Gaud.,

ausgezeichnete Kalkglimmerschiefer-Pflanzen;

Alsine biflora Wahl.
und *Sibbaldia procumbens* L.,

ebenso ausgezeichnete Glimmerschiefer-Pflanzen; und die übrigen sind zum Theil Torf-Pflanzen, oder sogenannte bodenvage Pflanzen.

Das auffallende Zusammenvorkommen der oben angegebenen Kalkglimmerschiefer - Pflanzen erregte insbesondere meine Aufmerksamkeit, und ich suchte mich in der Geologie Lapplands zu diesem Zwecke zu unterrichten. Dies war auch nicht schwer, denn nicht nur besitzen wir eine ausgezeichnete Beschreibung der Gesteine und ihrer Lagerungsverhältnisse von Keilhau[2], sondern auch geologische Karten dieser Gegenden von Keilhau, Durocher[3]) und Murchison[4]) deren Genauigkeit allgemein anerkannt, zu meinem Zwecke hinreichend war. Nach den älteren Angaben die ganz Scandinavien aus Gneiss bestehend darstellten, war zu hoffen, dass die in den Alpen nur auf Kalkglimmerschiefer vorkommenden Pflanzen hier etwa auf Gneiss gefunden werden. Dem ist aber in der That nicht so.

In jenem Theile Lapplands nämlich, in welchem die Glimmerschiefer- und Kalkglimmerschiefer-Pflanzen wachsend angegeben werden, kommt nicht nur kein Gneiss vor, sondern theils Glimmerschiefer (micachiste von Durocher), theils aber ein Complex von Schiefern vor, in dem der Thonschiefer mit Kalkschiefern (Formation quarzo et calcareo shisteuses von Durocher) zu so oft wiederholten Malen wechselt, ja selbst der Thonschiefer oft kalkhältig ist, dass

---

[1]) De Candolle, geogr. bot. rais., B. II, S. 1008 — 1011.

[2]) Keilhau's Gaea Norvegica. Christiania 1850.

[3]) J. Durocher, Carte geologique et métallurgique de la Scandinavie. 1855.

[4]) Geological Map of Europe by Murchison et Nicol. 1856.

dieser Schichtencomplex in jeder Hinsicht dem Kalkglimmerschiefer der Gamsgrube, sowohl nach der chemischen Zusammensetzung als auch nach den physicalischen Eigenschaften vollkommen gleichen muss. Wenn man noch die Angaben Keilhau's [1]) über das Mitvorkommen von Chloritschiefer und Hornblende-Gesteinen berücksichtigt, gewinnt das geologische Bild dieser Gegenden mit dem der Central-Alpen noch mehr an Gleichartigkeit.

Die Thatsache nun, dass die oben angegebenen Pflanzen unter ganz gleichen Boden-Verhältnissen sowohl in den Alpen als auch in Lappland vorkommen, spricht auf eine schlagende Weise für den Einfluss des Bodens auf die Vertheilung der Pflanzen, und man muss es erkennen dass es das Gestein, und insbesondere seine chemische Zusammensetzung ist, die die Vertheilung der Pflanzen auch in diesem Falle bedingt.

Die Übereinstimmung der scandinavischen Gegenden mit denen der Alpen geht aber gegen alle Erwartung noch viel weiter in den übrigen Pflanzen und in der Vertheilung derselben.

Alle die von Andersson [2]) als in der *Regione sylvatica inferiore* und *superiore* (Seite 409, 410 und 412) in Lappland vorkommend angegebenen Pflanzen wachsen in der unteren Region des Zertrümmerten [3]) der Alpen, und sie kommen in Lappland ebenfalls auf einem Boden der dem Diluvium angehörig, aus allen Gesteinen des felsigen Scandinaviens zusammengesetzt ist, also wie der Boden der unteren Region in den Alpen aus Kalk-, Kiesel- und Thonerde besteht.

Ebenso erinnert das Pflanzenverzeichniss der Lofoden, der Nordlandie und Finnmarkie (wie 2, Seite 435 und 436), die nur aus Gneiss bestehen, nicht wenig an die Gneiss-Flora mancher Gegenden in unserer Nähe, namentlich der kleinen Karpathen und des Rosalien-Gebirges.

Die allgemein tiefere Depression der Vorkommnisse der Pflanzen entspricht dem rauhen Klima Scandinaviens.

Wer wollte bei den ungenauen Angaben des Vorkommens der Pflanzen, bei der Unvollkommenheit der geologischen Untersuchungen Scandinaviens noch weitere Ähnlichkeit mit unseren Alpen suchen.

---

[1]) L. c.

[2]) Conspectus vegetationis Lapponicae. Hornschuch's Archiv, skand. Beitr. zur Naturg. 1850.

[3]) Über d. Einfl. d. Bodens. Sitzungsb. d. k. Akad. d. Wissensch. Bd. XX, S. 80.

Zu welchen complicirten und unnatürlichen Rechnungen müsste man Zuflucht nehmen, wenn man diese unleugbaren Thatsachen über die Vertheilung der Pflanzen durch den Einfluss des Klima allein erklären wollte.

Durch die Annahme der zwei über einander befindlichen Regionen des verschiedenen Bodens, der oberen Region des Felsigen und der unteren des Zertrümmerten [1]), die in der Entstehungsgeschichte der Alpen begründet sind, werden wir ferner in den Stand gesetzt, manche Erscheinungen auf dem Felde der Pflanzengeographie auf eine sehr einfache Weise zu erklären.

Die Naturalisation der Pflanzen auf kleine und grosse Distanzen [2]) wurde vielfach ausgebeutet als ein Beweis, dass der Einfluss des Bodens auf die Vertheilung der Pflanzen als Null zu betrachten sei.

Die in England wirklich oder wahrscheinlich naturalisirten Pflanzen [3]), die Rumex-Arten ausgenommen, sind lauter Pflanzen der Ebene oder der unteren Region, wo der Boden ganz allgemein als aus Kalk-, Kiesel- und Thonerde gleichmässig zusammengesetzt angenommen werden muss, und sie haben sich auch in England in der Ebene also in gleicher Bodenart naturalisirt, d. h. sie sind bodenstet geblieben. *Rumex alpinus* und *R. scutatus* sind aber auch in den Alpen bodenvag bald über Kalk und über dem Urgebirge auf gemischtem Boden zu finden, und konnten sich daher um so leichter auch in England verbreiten.

Alle jene Pflanzen europäischen Ursprungs, die sich in Canada oder den Vereinigten Staaten naturalisirt haben [4]), sind ebenfalls nur Pflanzen der unteren Region, und haben sich ebenfalls in den oben angegebenen Gegenden in der Ebene, d. h. über tertiären, diluvialen und alluvialen, allgemein aus Kalk-, Kiesel- und Thonerde gleichmässig gemischtem Boden verbreitet, d. h. sie sind bodenstet geblieben.

Es ist nicht zu zweifeln, dass dasselbe der Fall ist mit jenen Pflanzen, die fremden Welttheilen angehörig, bei uns naturalisirt sind.

Die gleiche Boden-Beschaffenheit sowohl an dem ursprünglichen Standorte, als auch an dem der naturalisirten Pflanze bringt es

[1]) Über d. Einfl. d. Bodens. Sitz. d. k. Akad. d. Wissensch. Bd. XX, S. 80.

[2]) De Candolle, Geogr. bot. rais. Bd. I, 607—798.

[3]) De Candolle, l. c. S. 645 u. s. f.

[4]) De Candolle, l. c. Bd. I, S. 746, 1⁰.

ferner mit sich dass die Pflanzen ohne irgend einer Formveränderung zu unterliegen (l. c. Seite 1086 und 1089) sich naturalisiren können. Es wäre daher unzulässig daraus zu schliessen, dass der Boden keinen Einfluss auf die Verbreitung und Formveränderung der Pflanzen ausübe, worauf wir weiter unten ausführlicher zurück kommen werden.

Welche sind nun jene Pflanzen, die man über den verschiedensten Gesteinen in der oberen Region des Felsigen lebend antreffen kann?

Diese Pflanzen lassen sich in mehrere Gruppen abtheilen, nach denen wir sie auch näher berücksichtigen wollen.

Die auffallendsten davon sind jedenfalls die bekannten Torfpflanzen. Und insofern als die Torfbildung sowohl auf Kalk als Dolomit, Gneiss und Glimmerschiefer vorkommen kann, findet man auch die dem Torfe angehörigen Pflanzen über diesen verschiedenen geologischen Unterlagen. Sind diese Pflanzen aber desswegen bodenvag zu nennen? Gewiss nicht, denn der Torf ist eben so gut ein eigenthümlicher Boden, ich möchte sagen, ein recentes Gestein als der Kalktuff, oder der Salzthon.

Viele von diesen Pflanzen kommen vereinzelt oder auch mehrere unter einander auf Standorten vor, wo man keine mächtige Ablagerung von Torf nachweisen kann; in allen diesen Fällen ist es aber jedenfalls der Anfang einer Torfbildung, oft nur ein mächtigerer Überzug von Moosen auf feuchten Stellen, der die Torfpflanzen anzieht.

Eine weitere Reihe von bodenvagen Pflanzen in der oberen Region bilden die Gräser, die Cyperaceen und Juncaceen; an diese schliessen sich unmittelbar an, Pflanzen aus der Familie der Liliaceen, Asparageen, Irideen und Orchideen, kurz Pflanzen mit einem unterirdischen Stamme mit fleischiger oder büscheliger Wurzel. (Siehe in Sendtner's Veget. Verh. Südbaierns, Seite 434, 435 und 436.) Alle diese Pflanzen bewohnen oder bilden vielmehr die Alpenwiesen [1]), und bedingen wegen der Beschaffenheit ihrer Wurzeln unumgänglich nothwendig eine wenn noch so dünne Schichte eines lockeren Bodens. Aus der Entstehungsweise dieses Bodens, der aus staubförmigen Theilen der Gesteine, die durch Winde sowohl von

[1]) O. Heer. Beitr. zur Pflanzengeographie.

den über den Alpenwiesen emporragenden Spitzen, als auch aus der Tiefe der Thäler zusammengetragen werden, besteht [1]), folgt, dass die chemische Zusammensetzung desselben nur in den allerseltensten Fällen dem darunter liegenden Gesteine gleich ist, und daher gewöhnlich aus Kalk-, Kiesel- und Thonerde besteht. Diese Pflanzen nun sind ebenso wenig als die ausgezeichnetsten Kalkpflanzen bodenvag, denn sie bleiben ja ihrem Boden, der aus Kalkerde, Kieselerde und Thonerde gleich zusammengesetzt ist, auf einer jeden Alpe sowohl über Kalk als auch über dem Urgebirge treu. Darum sind z. B. in der Umgebung des Terglou, im Flitscher Gebirge, überhaupt in dem südlichen Dachsteinkalk - Gebirge, trotz den gewöhnlich ganz horizontal ausgebreiteten grossen Alpen-Flächen die Alpenwiesen gar nicht zu finden, da jede Gelegenheit zur Bildung des aus Kieselerde, Kalkerde und Thonerde gleichmässig gemischten, hiezu nothwendigen Bodens wegen ausserordentlich grossem Mangel an Silicat-Gesteinen unmöglich ist.

Aus dem gänzlichen Mangel an Kalk ist es zu erklären, dass in den Gebirgen des Glimmerschiefers, wo der Kalk gar nicht auftritt und der reiche Detritus des Glimmerschiefers nicht auch Kalkerde enthält, auch die Pflanzendecke dieses Detritus nur aus einigen Arten von *Festuca*, *Poa* und *Avena* besteht, und die übrigen Alpenwiesenbewohner (s. O. Heer, Beitr. zur Pflanzengeographie, S. 93, 94) alle fehlen.

Dagegen findet man in denjenigen Gegenden, wo der Kalkglimmerschiefer vorherrscht, alle, auch die bis 9000 Fuss Meereshöhe besitzenden Alpen, und zwar auch die steileren Flächen derselben, mit grünnen Matten, die als Wiesen benützt werden, überall bedeckt, indem aus dem leicht verwitternden Kalkglimmerschiefer überall an dessen Oberfläche der aus Kalk-, Kiesel- und Thonerde gemischte lockere Boden, der die Pflanzen der Alpenwiesen beherbergt, in Menge entsteht. (Hiemit vergleiche in Sendtner's Veg. Verh. Südb. Seite 465, §. 174, wo die Alpenwiesen Algäu's über Kalkhornsteinen, Kalksandstein, Lias und Fleckenmergeln, als die schönsten bezeichnet werden.)

Daher ist auch diese Reihe von Pflanzen ihrer Unterlage treu, trotzdem dass man sie sowohl über dem Kalke als auch über dem

---

[1]) Sendtner's Veget. Verh. Südb. S. 130.

Urgebirge finden kann. (Siehe O. Heer, Beitr. zur Pflanzengeogr. Seite 90, und Seite 127: „Die gesammteVegetation der Kalkwaiden findet sich auf dem Schiefer“.)

An die eben abgehandelte Reihe von Alpenwiesen-Bewohnern schliessen sich Pflanzen an wie die (an das Vorkommen der *Primula farinosa* L., erinnernde) *Primula longiflora* L., die die saftigeren Stellen der Alpenwiesen zu ihrem Wohnorte wählen, und mit diesem ebenfalls über Kalk und Schiefer zu finden sind.

Eine merkwürdige und gewiss wichtige Gruppe von Felsen-Pflanzen ist folgende:

Gnaphalium Leontopodium L.
„ *carpathicum* Whlnb.
„ *Hoppeanum* Koch.
Eritrichium nanum Schrad.
Aster alpinus L.
Gentiana tenella Rottb.
„ *nivalis* L.
Trifolium alpinum L.
Phaca australis L.
„ *astragalina* DC.
Hedysarum obscurum L.
Anemone baldensis L.
Cerastium alpinum L.
Dianthus silvestris Wulf.

Alle diese Pflanzen sind überall über dem Kalkglimmerschiefer zu finden und treten da häufig manchmal in ungeheuerer Menge auf. Man findet einige davon am Glimmerschiefer, andere über Kalk; das *Eritrichium nanum* kommt sowohl auf Kalk als auch auf Glimmerschiefer vor. Diese letzteren Vorkommnisse sind jedoch nur sehr selten zu nennen, sind gewöhnlich sehr zerstreut im Gebiete der Alpen, obwohl an Ort und Stelle diese Pflanzen häufig auftreten.

Die oben angegebenen Pflanzen scheinen nun ursprünglich dem Kalkglimmerschiefer anzugehören, einige wenige davon begnügen sich, wenn ihnen am Glimmerschiefer die physicalischen Eigenschaften des Glimmerschiefers zu Theil werden, andere und so zu sagen alle, wenn sie im Kalkgebirge wenigstens den Kalk, den einen chemischen Bestandtheil des Kalkglimmerschiefers finden; und verbreiten sich im Kalkgebirge insbesondere an solchen Stellen häufig aus, wo der durch

Winde zusammengetragene auch Kieselerde und Glimmerblättchen enthaltende Boden in einer dünnen Schichte den Kalk bedeckt, und diese Pflanzen hier zufällig einen Boden finden, der in Bezug auf chemische Zusammensetzung dem des Kalkglimmerschiefers gleich ist.

Das *Eritrichium nanum* wäre in dieser Beziehung als eine bodenvage Pflanze zu bezeichnen; sie erinnert aber an die andern Myosotis-Arten und ist so zu sagen eine Torfpflanze, die sich den Torf (oder Dünger) auf dem sie lebt, selbst erzeugt.

Doch schon einige wenige Pflanzen aus der eben abgehandelten Reihe ändern in ihrer Form, wenn sie vom Kalkglimmerschiefer auf andere Gesteine herabsteigen. Diese Veränderungen der Form sind beinahe zahl- und endlos z. B. bei

Draba aizoides L.,

die beinahe auf jedem Gesteine und je nach den localen Einflüssen ausserordentlich ändert. Ganz auf dieselbe Weise verhalten sich:

Draba tomentosa Whlnb.,
„ *frigida* Saut.

und sehr viele andere Pflanzen.

Wenn man daher das Gestein oder den Boden, d. h. die Unterlage auf der die Pflanzen leben, so wie sie mit ihrer chemischen Zusammensetzung und den physicalischen Eigenschaften in der Natur gegeben ist, ins Auge fasst, so wird man eingestehen müssen, dass es nur bodenstete Pflanzen gibt und die Anzahl der bodenvagen, die gerade die entgegengesetzte Meinung von dem Einflusse des Bodens auf die Vertheilung der Pflanzen hervorzurufen im Stande waren, auf eine sehr geringe zusammenschrumpft.

Aber auch mit der Annahme des Einflusses der physicalischen Eigenschaften des Bodens auf die Vertheilung der Pflanzen wird man allein nicht auslangen. Denn der lockere Boden der zur Beherbergung der Alpenwiesen erforderlich ist, bildet sich über dem Dachsteinkalk *(oligopelique)*[1]) wie über dem Gneisse *(oligopsammique)*, also über dysgeogenen Gesteinen eben so gut, wie über dem eugeogenstem Dolomit, wenn die Ursachen der Bildung desselben vorhanden sind, und fehlt gänzlich z. B. in der Umgebung Terglou's, im Flitscher Gebirge, wenn diese Bedingungen unmöglich gemacht sind.

---

[1]) Thurmann essai de phytostatique I, 95. (Die Ansichten Thurmann's sind in Sendner's Veg. Verh. Südb. S. 295, Cap. 2 vollkommen widerlegt.)

Man schreibt daher in den wichtigsten Fällen die Bildung eines aus Kieselerde, Thonerde und Kalkerde gemischten, überall dieselben Pflanzen beherbergenden Bodens bald den physicalischen Eigenschaften des Dachsteinkalkes, bald denen des Gneisses zu, eine Bildung, die schon in der chemischen Zusammensetzung dieser Gesteine unmöglich gemacht ist.

Abgesehen von der Unmöglichkeit eine Grenze zwischen einem erdigen und einem sandigen Verwitterungs-Product zweier Gesteine zu bestimmen, ist überdies die Einreihung der in der Natur vorkommenden Gesteine in Gruppen, wie sie Thurmann aufgestellt hat[1]), auch dem geübtesten äusserst schwierig, so dass deren Gebrauch eine unendliche Verwirrung in den Angaben der physicalischen Eigenschaften des Bodens, auf dem die Pflanzen leben, hervorrufen müsste; und diese Angaben dann zu gar keinem andern Zwecke gebraucht werden könnten, indem man von den physicalischen Eigenschaften des Bodens gar nie z. B. auf die chemische Zusammensetzung des Bodens schliessen kann.

Diese Betrachtungen glaubte ich vorausschicken zu müssen, um, wenn es mir ebenfalls nicht gelingen konnte, den Einfluss des Bodens auf die Vertheilung der Pflanzen ausser Zweifel zu stellen, wenigstens gerechte Zweifel zu erheben gegen jene Behauptungen, die dem Boden jeden Einfluss auf die Vertheilung der Pflanzen absprechen.

Die Pflanze kann sich in Folge sowohl innerer unbekannter als auch von aussen wirkender Ursachen verändern[2]).

Die der Pflanze inwohnenden formverändernden Ursachen sind uns unbekannt. Über die von aussen auf die Pflanze einwirkenden, und über den Rang und die Qualität derselben, sind wir ebenfalls nicht im Klaren.

Es scheint aber dass dieselben Ursachen die das Vorkommen der Pflanzen bedingen, also die klimatischen und Boden-Verhältnisse, wenn sie Veränderungen erleiden, auch auf die Pflanzenform einen verändernden (von aussen kommenden) Einfluss üben müssen.

Diesen Einfluss direct im Grossen nachzuweisen ist unmöglich, indem seit den ältesten historischen Zeiten an den klimatischen und

[1]) Thurmann, l. c. I, S. 95.

[2]) De Cand. Geogr. bot. rais. S. 1098.

Boden-Verhältnissen keine grossartigen durchgreifenden Veränderungen vorgefallen sind.

Wie die Versuche, um den formverändernden Einfluss der klimatischen und Boden-Verhältnisse nachzuweisen, anzustellen sind, scheint uns die Natur zu lehren; indem sie es veranstaltet, dass Samen von Pflanzen einer bestimmten Zone oder einer bestimmten Bodenart durch die verschiedensten, ebenfalls von der Natur gebotenen Transportsmittel, in andere Zonen, und auf andere Gesteine gebracht werden. Leider muss man es aber eingestehen, dass man bis jetzt die Beobachtung der Resultate dieser durch die Natur veranstalteten Versuche entweder ganz ausser Acht gelassen oder nur oberflächlich und nicht systematisch beobachtet habe.

Wirkliche Versuche sind um so weniger gemacht worden. Denn wenn man auch Pflanzen der Ebene in botanische Gärten verpflanzt hat, so hat man sie nur dem Einflusse der Cultur ausgesetzt, indem man denselben weder einen andern Boden noch andere klimatische Verhältnisse darbieten konnte. Wenn man Alpenpflanzen in botanische Gärten verpflanzt hat, so hat man nicht nur das Klima derselben und den Boden, sondern auch den Luftdruck unter dem sie lebten, verändert, und wenn man auch hiedurch, anstatt der erfolgten Krankheit oder des Todes dieser Pflanzen eine Veränderung derselben hervorgebracht hätte, so wäre man doch nicht berechtigt, mit Sicherheit dieses Resultat der Veränderung eines dieser Verhältnisse oder allen zusammen oder der Cultur zuschreiben zu dürfen. In jenen Fällen, wo man Alpenpflanzen auf dieser oder jener Bodenart in den botanischen Gärten zog, musste man die Hitze unseres Klima durch Überfluss an Feuchtigkeit, und vorzüglich durch das Abhalten der directen Sonnenstrahlen zu modificiren suchen. Hätte man auf diese Weise Veränderungen der Pflanzen auf verschiedenem Boden wahrgenommen, so wäre diese Veränderung nicht dem Boden einzig und allein zuzuschreiben, indem man die Pflanzen unter gänzlich veränderter Beleuchtung cultivirt hatte.

Man wird einsehen, dass die Versuche die den formverändernden Einfluss der klimatischen und Boden-Verhältnisse nachweisen oder widerlegen sollen, eine äusserst umsichtige Behandlung voraussetzen und vorläufig zu den pia desideria gehören. Auch wird daraus einleuchtend, dass man auf alle derartige bis jetzt gemachte Versuche, ob sie nun diesen Einfluss nachweisen oder widerlegen, kein Gewicht legen dürfe.

Daher müssen wir auf die wenigen sicheren in dieser Richtung gemachten Beobachtungen mehr Gewicht legen, nicht als sollten sie etwas allgemein Giltiges beweisen, sondern in so fern als sie uns als Fingerzeige dienen können, welche Richtung in der Zukunft eingeschlagen werden sollte.

Das Klima scheint keine Formveränderungen der Pflanzen verursachen zu können [1]). Denn wenn man die durch das rauhe Klima der Alpen ganz verkrüppelten niedrigen strauchartigen letzten Bäume des Waldgürtels, oder die ganz an der Erde kriechenden letzten Straucharten, mit andern von dem Klima weniger hart bedrängten, gleichartigen vergleicht, so wird man keine anderen Veränderungen als die geringere Grösse und Üppigkeit der Formen derselben wahrnehmen. Würde man die Samen der verkrüppeltsten auf einen klimatisch günstigeren Ort aussäen, so wären die daraus gezogenen gewiss in Allem den tiefer gewachsenen Bäumen und Sträuchen gleich, nur mit dem Unterschiede, dass sie der Kälte viel besser widerstehen vermögen, als die andern. (De Cand. Geogr. bot. rais. II, 1088, nach Hook. New. Zeeland Flora, intr. p. XII.)

Dasselbe ist der Fall wenn umgekehrt aus den höheren Gegenden eine Pflanze durch Samen-Transport in eine tiefere, wärmere Gegend gelangt. Die Formen derselben werden grösser, üppiger, und wenn man die Samen dieser wieder in die höheren Regionen versetzen würde, die daraus gezogene Pflanze wäre gewiss auch von den anderen dieser höheren Regionen nicht verschieden. Sucht man den Unterschied im Klima noch grösser zu machen, und bringt Pflanzen warmer Gegenden in kältere und kalte, und umgekehrt, so sterben sie ab ohne sich zu verändern. (De Cand. l. c. 1089.)

Das Klima verändert daher die Pflanzen-Formen nicht, es bedingt nur die Grösse und die Üppigkeit (oder das negative) der Pflanzen-Formen [2]).

Es bleiben uns daher nur die Boden-Verhältnisse als diejenigen zu betrachten, die einen formverändernden Einfluss auf die Pflanzen ausüben könnten.

Einige, nur sehr wenige Beobachtungen, die diesen Einfluss des Bodens unwiderleglich beweisen, habe ich in meiner Arbeit

---

[1]) De Candolle, Geogr. bot. rais. II. S. 1088.

[2]) Über d. Einfl. d. Bodens, Sitzungsb. d. k. Akad. d. Wissensch. Bd. XX. S. 87.

über den Einfluss des Bodens auf die Vertheilung der Pflanzen angeführt.

Die einen davon beweisen blos, wenn eine und dieselbe Pflanzenform auf verschiedene Gesteine übertragen wird, dass sie bald nur auf einzelnen Theilen bald überall mehr oder weniger stark behaart wird. Wenn man aber bedenkt, dass bei vielen Pflanzen die Haare ausserordentlich charakteristisch sind, dass die Form und Lage derselben ausserordentlich constant erscheint, so ist auch dieses scheinbar so geringfügige Resultat nicht zu verschmähen.

Ein anderer Fall auf der Peewurz-Alpe im Ennsthale beweist, dass sich *Oxytropis montana* DC. in die *Oxytropis triflora* Hoppe blos durch den Einfluss des Bodens verändern könne.

Ein dritter Fall in der Pölla im Katschthale in Kärnten weist nach, dass aus den Samen der auf Gneiss und Glimmerschiefer wachsenden *Oxytropis campestris* DC. wenn sie in einen aus Kalkglimmerschiefer und Chloritschiefer gemischten Boden gelangen. eine Zwischenform die von *Oxytropis campestris* DC. und *Oxytropis Halleri* Bunge gleichweit absteht, entstehen kann; ja dass an demselben Orte ein Individuum (wahrscheinlich durch Zufall der Einwirkung blos von Chloritschieferstücken ausgesetzt) vorgekommen ist, welches von *Oxytropis Halleri* Bunge nicht zu unterscheiden ist. Dieser letztere Fall wird durch das Vorkommen der *Oxytropis Halleri* Bunge auf der Gstemmten-Spitz im Ennsthale bestätiget, in dem hier auch auf Hornblendegesteinen nur diese Form, rundherum aber auf dem Glimmerschiefer nur die *Oxytropis campestris* DC. gefunden werden kann, und dieser Standort von dem häufigeren Vorkommen der *Oxytropis Halleri* Bunge in den Gegenden des Centralgneisses zu weit entfernt ist, als dass man eine Wanderung dieser Pflanze gerade nur auf die Gstemmte-Spitze annehmen könnte.

Dass diese Form-Veränderungen weder dem Klima noch anderen Einflüssen zugeschrieben werden können, ist klar, indem alle diese Beobachtungen auf einer und derselben Stelle gemacht wurden, wo die in Frage stehenden Pflanzen nicht ein einziges Mal über eine Klafter von einander entfernt gestanden sind. Ich lege ein besonderes Gewicht auf diese Beobachtungen, weil sie die einzigen sind, die den Einfluss des Bodens auf die Veränderung der Pflanzen-Formen nachweisen.

So wie der Fall auf der Gstemmten-Spitze, d. h. die Vertheilung der *Oxytropis Halleri* Bunge auf Hornblende-Gesteinen und der *Oxytropis campestris* auf Glimmerschiefer, den formverändernden Einfluss des aus Kalkglimmerschiefer und Chloritschiefer gemischten Bodens in der Pölla bestätiget, ebenso beweist im Allgemeinen der Einfluss des Bodens auf die Vertheilung der Pflanzen, d. h. die Erhaltung der Formen auf einem und demselben Boden, den formverändernden Einfluss des Bodens, oder dass das Gestein die Formen der Pflanzen erzeugt [1]).

Niemand fühlte es besser als ich selbst, dass ich in Betracht der Wichtigkeit dieses Satzes, zur Bestätigung desselben nur diese wenigen Beweise liefern konnte [2]). Da aber im Gesteine alle Bedingungen der Pflanze gegeben sind, unter welchen sie in einem gewissen Klima leben kann, so erscheint zulässig der Schluss, dass wenn das Gestein ändert, also die Lebensbedingungen ändern auch die Pflanze, ihre Form ändert oder stirbt.

Zwei um die Botanik und Pflanzengeographie hochverdiente Männer, Hegetschweiler und O. Heer, beschäftigten sich mit demselben Gegenstande. Sie suchten festzustellen [3]) dass innerhalb gewisser Typen die Pflanzenformen grösserer oder geringerer Veränderungen fähig sind, und suchten nachzuweisen, dass die Vielförmigkeit der Typen dem Einflusse der Aussenwelt zuzuschreiben sei.

Die Hauptfactoren der Aussenwelt, durch welche sie auf die Pflanzenform verändernd einwirken kann, sind: Licht und Wärme, das Wasser, der Boden und die Atmosphäre. Hegetschweiler betrachtet die drei ersten als die wichtigeren, während er dem Boden und der Atmosphäre (weil die chemische Zusammensetzung der letzteren überall eine gleiche ist) bei weitem den geringeren Einfluss zuschreibt. Der Höhe über der Meeresfläche wird auch eine besondere Wichtigkeit einberaumt.

Alle diese Factoren: Licht, Wärme, Wasser, Höhe über dem Meere, bilden zusammen das, was man unter dem Namen Klima zusammen fasst; und nach dem was früher gesagt wurde, sollte sich der Einfluss dieser Agentien nur auf die Bestimmung der Grösse und Üppigkeit der Formen der Pflanzen beschränken.

---

[1]) Über d. Einfl. d. Bodens, Sitzungsb. d. k. Akad. d. Wissensch. Bd. XX. S. 87.

[2]) L. c. Seite 97.

[3]) Hegetschweiler, Beitr. zur krit. Aufzähl. d. Schweiz. Pfl.

Und in der That, von solcher Art sind auch die Veränderungen, die von Hegetschweiler diesem Einflusse zugeschrieben werden. Die montanen Pflanzen (von 1800—5000′ M. H.) zeigen je nach ihrem höheren Wohnort eine montane, subalpine und alpine Grösse, die Alpenpflanzen (von 5000—8500′ M. H.) dagegen eine verlängerte, mittlere und verkürzte Grösse: Resultate die den Satz, dass das Klima die Grösse und Üppigkeit der Pflanzen bedingt, nur bestätigen.

Sobald aber wirkliche Formveränderungen diesen Agentien zugeschrieben werden, so spricht alsogleich die Erfahrung dagegen. Dies ist namentlich (um wenigstens ein Beispiel hervorzuheben) bei der Betrachtung der Aretien der Fall. Hegetschweiler glaubt, dass die *Aretia helvetica* L. [1]) die (der höchsten Alpen-Region angehörige) *Forma imbricata* der *Aretia alpina* Gaud. und *glacialis* Schleich. (*A. pennina* Gaud.) darstellt, und dass diese beiden letzteren die (der tieferen Alpen-Region angehörige) *Forma elongata* und *media* der *Aretia helvetica* L. bilden. Dieser Behauptung widerspricht das Vorkommen der *Aretia helvetica* in der Natur. Ich habe sie am Teufelsabbiss des Schafberges in einer Höhe von 5500′ M. H., dann am südlichen Abhange des Dachsteins im Ennsthale beiläufig in 5000′ M. H. auf Dachsteinkalk in einer ungeheueren Menge leben gesehen und gesammelt. Tief unter diesen Standorten kommt sie auch noch herabgeschwemmt vor, ohne dass man die geringste Veränderung in der Form derselben wahrnehmen könnte, viel weniger dass sie in *Aretia glacialis* übergehen würde. Dagegen fand ich die *Aretia glacialis* am Grossen Sonnenblick unter dem Hafnereck in 9000′ M. H., unter dem Venediger bei der letzten Rast in 10063′ M. H., beide Male auf Gneiss. Die *Aretia alpina* Gaud. (die sich von der *Aretia glacialis* nur mit Mühe unterscheiden lässt) fand ich auf dem Monte Paralba in Carnia in 8000′ M. H. [2]) auf Kohlenkalk. Alles dies widerspricht vollkommen der Annahme, dass diese verschiedenen Formveränderungen dem Klima zuzuschreiben wären.

Und durch welche Ursachen will man umändern lassen die auf Kohlenschiefern vorkommende *Androsace Pacheri* Leybold t, die in 7000′ M. H. gefunden wird, und die *Androsace Hausmanni* Leybold t,

---

[1]) Hegetschweiler, Beitr. zur krit. Aufzähl. d. Schweiz. Pfl. S. 85.

[2]) In meiner Arbeit über den Einfluss des Bodens. Sitzungsb. d. k. Akad. d. Wissensch. Bd. XX, S. 130 als *A. glacialis* angeführt.

die an allen bis jetzt bekannten Standorten über Dolomit zwischen 5600—8000′ M. H., sowohl in der südlichen als auch der nördlichen Kalkalpenkette vorkommt[1]). Denn man wird sowohl die Gneiss- und Glimmerschiefer-Form *Aretia glacialis,* wie auch die Kohlenschiefer-Form die *Aretia Pacheri,* die Dachsteinkalk-Form die *Aretia helvetica* und die Dolomit-Form die *Aretia Hausmanni,* sowohl in der verlängerten als auch mittleren und verkürzten Grösse zu finden im Stande sein, und hat sie auch in der That gefunden.

Alle diese verschiedenen Formen eines und desselben Grund-Typus müssen dem Einflusse des verschiedenen Bodens zugeschrieben werden. Und es bleibt in allen diesen Fällen nichts anderes übrig, als dem Boden, dem Gestein oder der Unterlage, in welcher die Wurzeln der Pflanzen eingefügt sind, und aus welchem sie die dargebotene Nahrung für die Pflanze einsaugen, den formverändernden Einfluss auf die Pflanzen zuzuschreiben; für welche Annahme auch die Vertheilung der Pflanzen, d. h. die Erhaltung der Pflanzen-Formen auf gewissen Bodenarten spricht.

Auf dem Wege der Untersuchung über den formverändernden Einfluss der Aussenwelt auf die Pflanzen, hofften Hegetschweiler und Heer zur wahren Erkenntniss der Grundtypen der Pflanzen und deren Formen zu gelangen. Nur durch Untersuchungen dieser Art hielten sie es für möglich, gleichwärtige, gleichweit von einander stehende Pflanzentypen von sehr nahe stehenden, wenn auch constanten und gut unterscheidbaren Formen zu sondern, die letzteren je nach ihrer Verwandschaft den Typen zu unterordnen, und eine Gleichheit in die systematische Reihenfolge der Pflanzen einzuführen. Hegetschweiler und Heer haben dies in der Flora der Schweiz (1840) für eine grosse Anzahl der Schweizer Pflanzen durchgeführt Thurmann[2]) hat auch eine ähnliche Reduction der Formen unternommen und (Seite 339 u. s. f.) angedeutet, welchen verschiedenen Formveränderungen gewisse Pflanzentypen unterworfen sind, je nachdem sie dem Einflusse des einen oder des andern der Factoren der Aussenwelt vorzugsweise ausgesetzt sind.

Berücksichtigt man aber den wirklich formverändernden Einfluss des Bodens, im Gegensatze zu dem von Hegetschweiler, Heer

---

[1]) Verh. des zool. bot. Vereins in Wien 1853, S. 67 und über den Einfluss des Bodens l. c. Seite 130.

[2]) Essai de la phytostatique. I, S. 335.

und Thurmann betrachteten Einflusse des Klima, so ist jetzt schon möglich, nach den wenigen in dieser Richtung gemachten Beobachtungen diese Verzeichnisse um etwas zu verlängern. So könnte man einem und demselben Grund-Typus unterordnen:

Sesleria sphaerocephala Ard., als Dolomit-Form, *Sesleria microcephala* DC. als eine Form des gemischten Bodens.

Valeriana elongata L. als Dolomit-Form, *Valeriana celtica* L. als eine Form des gemischten Bodens.

Achillea atrata L. als Kalk-Form, *Achillea moschata* L. als Glimmerschiefer-Form.

Prenanthes tenuifolia All. als Kohlenschiefer-Form, *Prenanthes purpurea* L. als Form des gemischten Bodens.

Pedicularis foliosa L. als Dachsteinkalk-Form, *Pedicularis comosa* L als Dolomit-Form, *Pedicularis Friederici Augusti Tommasini* als Nummulitenkalk-Form.

Scrofularia chrysanthemifolia M. B. als Dolomit-Form, *Scrofularia canina* L. als Form des gemischten Bodens.

Aretia glacialis Schleich. als Glimmerschiefer-Form, *Aretia Pacheri* Leyboldt als Kohlenschiefer-Form, *Aretia helvetica* L. als Dachsteinkalk-Form, *Aretia Hausmanni* Leyboldt als Dolomitform.

Androsace lactea L. als Kalk-Form, *Androsace obtusifolia* All. als Schiefer-Form.

Soldanella alpina L. als Kalk-Form, *Soldanella montana* W. als Schiefer-Form.

Rhododendron hirsutum L. als Kalk- und Dolomit-Form, *Rhododendron ferrugineum* L. als Form des gemischten Bodens.

Oxytropis montana DC. als Kalk-Form, *Oxytropis triflora* Hoppe als Form des gemischten Bodens (Kalkglimmerschiefer, Hornblendeschiefer, nicht Glimmerschiefer).

Oxytropis campestris DC. als Glimmerschiefer-Form, *Oxytropis Halleri* Bunge als Form des gemichten Bodens (Kalkglimmerschiefer, Chloritschiefer und Hornblendeschiefer, und nicht Glimmerschiefer).

Astragalus leontinus Jacq. bei Lienz als Kalkgeröll-Form, *Astragalus leontinus* im Gailthale, als Schiefergeröll-Form, und *A. Onobrychis* L. als Löss-Form oder Form des gemischten Bodens.

Sempervivum Dölleanum Lehm. als Kalkglimmerschiefer-Form, *Sempervivum arachnoideum* L. als Glimmerschiefer-Form.

Hutchinsia alpina R. Br. als Kalk-Form; *Hutchinsia brevicaulis* Hoppe als Schiefer-Form.

Iberis rotundifolia L. als Dachsteinkalk-Form, *Iberis cepeaefolia* Wulf. als Form des erzführenden Dolomits.

Pulsatilla alba Lob. Rchb. als Glimmerschiefer-Form, *Pulsatilla grandiflora* Hoppe als Form des gemischten Bodens.

Dianthus alpinus L. als Kalk- und Dolomit-Form, *Dianthus glacialis* Hänke als Form des gemischten Bodens.

Nasturtium sylvestre R. Br. als Form des gemischten Bodens, *Nasturtium lippizense* DC. als Hippuritenkalk-Form.

Mercurialis ovata Hoppe als Dolomit-Form, *Mercurialis perennis* als Form des gemischten Bodens.

So wie die früher erwähnten Verzeichnisse Hegetschweiler's, Heer's, Thurmann's[1]) von Jedermann ohne Schwierigkeiten angenommen werden können, so werden über das von mir gegebene Verzeichniss ohne Zweifel die Meinungen verschieden sein. Der Grund davon liegt wohl darin, dass mein Verzeichniss auf wirkliche durch den Boden bedingte Formveränderungen hindeutet, während die obigen Angaben sich nur auf Veränderung der Grösse oder Üppigkeit der Pflanzen beziehen.

Es ist nicht zu zweifeln, dass sich ganz auf diese Art, besonders Pflanzenformen verschiedener, von einander sehr entfernt stehender, geologisch verschieden gebauter Gebirgssysteme einem Grundtypus unterordnen lassen werden, wenn wir in der geologischen Kenntniss derselben bedeutendere Fortschritte gemacht haben werden.

Als erste Nothwendigkeit muss man bei diesen Untersuchungen das Festhalten (also nicht das übliche Zusammenziehen) der Formen durch gute Beschreibungen und Abbildungen voraussetzen. Denn nur dann wird man im Stande sein zu behaupten, ob unter veränderten Lebensbedingungen die Form der Pflanze ebenfalls sich ändere.

Aber auch für höhere Zwecke der Wissenschaft scheint es nothwendig zu sein, die constanten und gut unterscheidbaren Formen durch Beschreibungen zu fixiren.

Denn nur die Formen sind direct von der Natur gegeben, die Grundtypen, denen man die einzelnen Formen unterordnet, können zum grössten Theile nicht beobachtet werden, weil sie oft idealer

---

[1]) Thurmann's Essai de la phyt. S. 333.

Natur sind. Auch ist in den allermeisten Fällen die Wahl schwer zu treffen, welche man von den in der Natur gegebenen Formen, ob man z. B. die *Aretia glacialis, A. helvetica,* oder *A. Hausmanni* u. s. w. als Grundtypus annehmen solle, da uns keine historischen Beweise vorliegen, ob eine von diesen Formen früher da war, oder ob sie gleichzeitig entstanden sind aus einer Grundform, die vielleicht längst untergegangen ist.

Daraus würde nun folgen: dass man trachten solle eine jede in der Natur gegebene Form als solche, und in Beziehung zum Boden und zum Klima genau kennen zu lernen, die Formen mit Hegetschweiler nach ihrer Verwandtschaft in Gruppen oder Formenkreisen, einem Grundtypus zu unterordnen, und diese dann in Genera-Familien u. s. w. eintheilen. Der einem Grundtypus entsprechende Formenkreis hätte dann nur eine speciellere Bedeutung des Genus.

Es scheint, als wenn auf diese Weise allen Anforderungen Genüge geleistet werden könnte.

Der Beobachtung der Natur wäre der weiteste Wirkungskreis geöffnet; die Systematik würde auf festeren Fuss gestellt, indem sie in der Erkenntniss einer jeden in der Natur gegebenen Form begründet wäre; dem Pflanzengeographen stünde ein besser ausgearbeitetes Materiale zu Gebote, theils zu den detaillirtesten Aufnahmen, wie auch für vergleichende und zusammenstellende Arbeiten; der Pflanzenhistoriker könnte hieraus den grössten Nutzen ziehen; die Hebertisten[1]) könnten die den Grundtypen entsprechenden Formenkreise als Species, die Formen als Varietäten, Monstrositäten, Racen und Variationen betrachten; die Jordanisten brauchten nur die Formen als Species aufzufassen; endlich die Entdecker oder Beschreiber neuer unbekannt gewesener Formen würden anstatt „*toto coelo differt*" zu schreiben, gezwungen sein, diese neuen Formen in Formenkreise einzureihen und auf diese Weise in einem die Arbeiten der Systematiker erleichtern, vereinfachen und vervollständigen helfen.

Nach diesen Vorbemerkungen glaube ich an die Mittheilung der Beobachtungen über die Beziehungen der Pflanzen zu ihrem

[1]) De Candolle, Geogr. bot. rais. S. 1074, sagt: „Entre M. Herbert dont la systéme reduirai les espèces à $^{1}/_{10}$ c, et M. Jordan, dont les principes, et sur tout la pratique. les augmenteraient dans un proportion inconnue se trouve la grand masse des botanistes.

Boden schreiten zu können, die ich auf der im Sommer 1856 im Auftrage der k. k. geolog. Reichsanstalt ausgeführten Reise zu machen Gelegenheit hatte. Die geologischen Aufnahmen wurden in der Wochein (nordwestlichster Theil von Krain) im Görzer Gebiete des Küstenlandes längs dem Isonzo und einem Theile des Karstes in Krain ausgeführt.

Am 25. Mai wurden die geologischen Untersuchungen in Loitsch begonnen, und dieselben über Planina, Adelsberg bis Prewald ausgedehnt. Von da reiste ich nach Triest und Venedig, nach Duino Monfalcone und Görz, machte einen Abstecher nach Wipbach und Schönpass im Wipbach-Thale, untersuchte dann das Wassergebiet des Isonzo bis an seine nördliche Wasserscheide und besuchte endlich die Wochein.

Die Gegenden und Standorte, denen nebst der geologischen Arbeit in botanischer Hinsicht einige Beachtung und Aufmerksamkeit gewidmet werden konnte, sind im folgenden Verzeichnisse nach grösseren Orten, von welchen aus die Begehung vorgenommen wurde, und auch in der Zukunft vorgenommen werden könnte, gruppirt enthalten. Das Verzeichniss soll das Auffinden der Standorte beim Gebrauche derselben erleichtern, einen Überblick des begangenen ermöglichen, und zugleich zur Abkürzung des Textes bei der Angabe der Standorte der Pflanzen dienen.

In der Umgebung von:

Loitsch (Logač, Logatec) 1497' M. H. (im Nordwesten) Nowiswet, Gem. Sibersche und Pošenel; (im Nordosten) die Umgebungen der Wegweiser-Häuser (1505' M. H.) auf der Strasse nach Ober Laibach; (im Südosten) niedere Hügel gegen Martinhrib; (im Südwesten) der Birnbaumerwald (mittlere Meereshöhe 2657').

Planina 1440' M. H.: Wiesen der Unz im Becken von Planina (1440'); (im Norden) Einfluss der Unz in die Höhle bei Jakobowic; (im Osten) Haasberg; (im Süden) die Mündung der Poikhöhle, der k. k. Cameralwald mit dem Räubercommando (Pass der Strasse 1915' M. H.); (im Westen) S. Maria (2438' M. H.) und die Berge nördlich von Kaltenfeld.

Adelsberg (Postojna) 1706' M. H.: (im Südosten) die Anhöhen zwischen Adelsberg und Rakitnig; S. Peter an der Poik und dessen hügelige Umgebung; (im Nordwesten) Sagan und Umgebungen, im Becken von Adelsberg.

Prewald (Razderto) 1791′ M. H.: (im Norden) Ubelsku, Strane und S. Michael bei Luegg am östlichen Abhange des Nanos- (4098′) Gebirges; (im Osten) Goritsche an der Nanosica; Korenica bei Žermelice; (im Süden) S. Ulrich am Karste; (im Nordwesten) Rebernice d. h. südwestliche Abhänge des Nanos-Gebirges.

Triest: (im Südosten) S. Andree; Longera, Bassoviza und Monte Spaccato (1422′ M. H.); Zaole und Stramare; Slavnik bei Materia (3120′ M. H.).

Venedig: Lido.

Duino: (im Nordosten) Porto Duino und dessen felsige Umgebung; Meeresufer zwischen Duino und S. Giovanni; Süsswassersümpfe (nicht Salinen wie es die Generalstabskarte anzeigt) zwischen S. Giovanni und Bagni; Porto Canale Rosica südlich von Monfalcione.

Görz, 274′ M. H.: (im Norden) Monte Santo (2151′ M. H.) und die Thalöffnung des Isonzo bei Salcano.

Wipbach (Ipáwa) 338′ M. H.: Schloss Wipbach: (im Norden) Greben Wrch; Zoll (1961); Weichseldorf zwischen Zoll und Podkraj (1822′); die Umgebungen der Strasse von Zoll nach Schwarzenberg (höchster Punkt der Strasse 2545′); (im Osten) die Strasse von St. Veit auf das Nanos-Gebirge nördlich von Lozice.

Schönpass 3108′ M. H.: (im Norden) Wand bei S. Vitulje (2059′); der Čaun (Tschaun, Zhavn) westlich von Mali Modrásowaz; (im Nordwesten) Gritscha in der Gemeinde Kouk.

Canale (Kanov) 368′ M. H.: Idria di Canale (3685′).

Woltschach (Wuče) 700′ M. H.: Ebene von Zighino und Woltschach (704′ M. H.); (im Westen) Kamenza-Thal und die südlichen Abhänge des Kuk-Berges.

S. Lucia am Zusammenflusse der Idria mit dem Isonzo 495′ M. H.: (im Norden) Modreiza und die Wand bei Modrea; (im Osten) Bača- (Bazha-) Thal unterhalb Podmeuz; Tribuša-Thal (538′ M. H.); (im Süden) Umgebungen von Lom di Tolmino.

Grachowa im Bača-Thale 872′ M. H.: Na Pollana westlich von Deutschruth unter dem Hradische-Berg.

Kirchheim (Cirkna) an der Cirknica im Gebiete des Idria-Thales nördlich von Idria 1032′ M. H.: (im Norden) Porsen (Borsen, Poresen, Borodin) (5475′); (im Nordosten) westlicher Abhang des Černi Wrch nördlich von Novake; (im Süden) Otáleš (1897′) am Penk

(3312'): (im Südosten) Želin am Zusammenflusse der Cirknica mit der Idria (741'); Recca Rauna und Šebrelje (2044').

Tolmein (Tomin) 639' M. H.: (im Norden) Krn-Berg (7095') und Kostjak am Fusse desselben; „pri rudecim robu" (6017') zwischen dem Perhau und dem Slieme-Wrch; die Abhänge des Merzli-Wrch im Tominska-Thale; Pod Kukam (3399) unter dem M. Vochu.

Caporetto (Karfreit, Koborid) 755' M. H.: (im Süden) der Matajur (5298); (im Westen) Stou (na Stole 4657'); (im Norden) die Wände von S. Antonio und Umgebung.

Flitsch (Bouz) 1430' M. H.: (im Nordosten) die Baušca (1650') bei der Flitscherklause; (im Osten) die Trenta; (im Nordwesten) Wratni-Wrh, Černiala und Rombon im Flitscher Gebirge.

Raibl 2885' M. H.: die Halde des Bleibergbaues.

Wochein 1784' M. H.: (im Norden) na Jezerci bei der Konšza, und Abanza-Thörl (östlich am Drass B.); Tošc (Drass B.) Belopolje, Ledine (südliche Abhänge des Terglou) und Terglou (9036'); (im Westen) Dedenpole; das Thörl zu den Alpen pri Jezerich unter der Tičerza (Tuscherza B); der Steg über die Savica, unterhalb des Ursprunges; (im Süden) Wráta za Černou Gorou; Černaprst (Schwarzenberg 5826').

In diesem nun in der angegebenen Weise begangenen Terrain ist die Vertheilung der zwei Regionen, der oberen Felsen-Region und der unteren Trümmer-Region [1]), eine sehr ungleiche. Man könnte beinahe sagen, dass die Trümmer-Region ganz fehle und nur die felsige Region entwickelt sei.

Die Ursache dieser Erscheinung ist in der Entwicklungsgeschichte des betrachteten Terrains begründet. In dem südlichen Theile der begangenen Gegenden fehlen die neogen-tertiären Ablagerungen, also Tegel, Sand und Schotter, gänzlich, und nur die Diluvial- und Alluvial-Ablagerungen sind entwickelt.

Erst in der Umgebung von Tolmein erscheinen tertiäre Schotter-Ablagerungen; die Entwicklung derselben ist aber eine sehr untergeordnete, indem sie nur an solchen Orten erhalten worden sind, wo sie vor den zerstörenden Einflüssen der Diluvial- und Alluvial-Epoche geschützt waren.

---

[1]) Über d. Einfl. d. Bodens, Sitzungsb. d. kais. Akad. d. Wissensch. Bd. XX, S. 76, §. 2 und 3.

Ganz dasselbe ist der Fall östlich von Tolmein im Gebiete des Idria- und Bača-Thales, wo man kaum noch Spuren dieser Ablagerungen nachweisen kann, und ebenso konnten sich bei Flitsch im Norden des Kessels nur auf einer einzigen erhöhten Stelle tertiäre Conglomerate erhalten.

Je nach der grösseren oder geringeren Entwickelung der tertiären Diluvial- und Alluvial-Ablagerungen waltet die Felsen-Region vor der der unteren Trümmer-Region vor.

In der Wochein ist das Verhältniss der unteren Region zur oberen des Felsigen ein normales, wie es in allen nördlicheren Theilen der Alpen der Fall ist. Die Gerölle und Conglomerate, die Sandsteine des neogen-tertiären Terrains ebenso gut wie die Alluvionen bilden in der unteren Region einen aus Kalkerde, Kieselerde und Thonerde gemischten Boden.

Im Gebiete des Isonzo von Flitsch abwärts bis Tolmein und Canale ist zwar die Trümmer-Region noch deutlich entwickelt, aber in den nur äusserst untergeordnet vorkommenden tertiären Ablagerungen, im Diluvium und besonders im Alluvium, ist der Kalk vor der Kieselerde und Thonerde ausserordentlich vorwaltend.

Im Wipbachthale, dann im Becken von Adelsberg und von Planina ist die Mischung des Bodens der unteren Region aus Kalkerde, Kieselerde und Thonerde eine gleichmässige, in Folge des Auftretens von Nummuliten-Sandsteinen, deren Bestandtheile auch dem Becken von Planina mitgetheilt worden sind. Zwischen Triest und Monfalcone fehlt die Trümmer-Region fast gänzlich, indem die nackten Felsen des Hippuritenkalkes und der Nummuliten-Sandsteine unmittelbar von den salzigen Alluvionen des Meeres oder vom Meere selbst eingefasst sind.

Aus dem beinahe gänzlichen Fehlen der unteren Trümmer-Region in dem besuchten Terrain folgt nun eine ausserordentliche Entwickelung der oberen Region des Felsigen.

In der Wochein bis an den Terglou, in der Trenta, und um Flitsch am Monte Canin, Černiala und Rombon, und herab bis auf den Stou, den Krn und den Slieme Wrch, den Vochu und den Schwarzenberg (Černa prst) besteht die obere Region ausschliesslich aus Dachsteinkalk, und nur verschwindend kleine Stellen kaum von einigen Quadratklaftern sind mit andern, auch Kieselerde und Thonerde enthaltenden Gesteinen bedeckt.

Ebenso ausschliesslich vorwaltend tritt der Kalk auf in dem Hochplateau, das sich von Canale bis Prewald und Adelsberg zwischen dem Isonzo, der Idria und der Wipbach ausbreitet. Und zwar besteht der Birnbaumer Wald mit dem Nanos aus Hippuritenkalk; der Kreuzberg zwischen Schwarzenberg und Zoll aus Dolomit; der Tarnowaner Wald mit dem Čaun nördlich von Schönpass aus weissen Jurakalken (Plassenkalken), die gegen Canale von Hippuritenkalken abgegrenzt sind. Das nördlich von Triest und Duino sich bis an das Wipbachthal ausbreitende Karst-Plateau besteht an dessen südlichem Rande von Monte Spaccato einerseits über Prosecco bis Nabresina, dann in südöstlicher Richtung bis auf den Monte Slavnik aus Nummulitenkalken, an die sich nördlich sehr ausgedehnte Flächen von Hippuritenkalken anschliessen.

Nur selten wird das ausschliessliche Vorwalten des Kalkes in den zwei eben besprochenen, nördlich und südlich vom Wipbachthale gelegenen Kalkebenen durch das Auftreten von Lehm-Ablagerungen modificirt. Es sind nämlich die in diesen Kalkebenen häufig auftretenden kesselförmigen Vertiefungen, die Trichter genannt, an ihrem Grunde grösstentheils mit einem aus vielem Kalk, wenig Thonerde und Kieselerde bestehenden Lehme, über dessen Entstehung vorläufig noch nichts Sicheres bekannt ist, ausgefüllt. Je nach der Ausdehnung dieser Ablagerungen wird das Vorwalten des Kalkes mehr oder minder verwischt. Auch sind nicht alle diese Trichter und gewöhnlich die ausgedehntesten nicht vom Lehme ausgefüllt, so dass das Vorwalten des Kalkes jedenfalls als allgemein angenommen werden muss.

Von Krn bis nach Tolmein herab und von da östlich im Gebiete des Bača- und Zirknizathales kommen Gesteine vor, die bald der Kohlenformation, bald der Trias- und Kreideformation zugerechnet werden müssen. Es sind dies grösstentheils Schiefer, die als reine Thonschiefer nur selten auftreten, meist als gleichmässig aus Thonerde und Kalkerde gemischte Schiefer anstehen, manchmal mit Quarz-Sandsteinen wechsellagern oder Hornsteine eingelagert enthalten, also einen Boden bilden, der, wenn auch an Kalk sehr reich ist, doch auch Kieselerde und Thonerde enthält.

Von ganz gleicher Qualität ist der Boden desjenigen Gebirges, das sich am rechten Ufer des Isonzo von Woltschach abwärts über Canale bis Plava ausbreitet. In diesem Terrain sind Mergel und Sandsteine anstehend, in denen als Einlagerungen kalkige Con-

glomeratschichten mit Hippuritentrümmern auftreten. Ebenso füllen Nummuliten-Sandsteine die Abhänge des Wipbachthales aus, und reichen mitunter auch tiefer in das Gebiet der Hippuriten- und Nummulitenkalke, z. B. bei Prewald, bei St. Peter an der Poik.

Der an das Meer unmittelbar angrenzende Karst zwischen Triest und Duino, und von Triest weiter abwärts nach Süden, mit seinen beinahe von aller Dammerde entblössten nackten Felsen, stellt so ganz recht das Bild der Alpen vor, zur Zeit, als das tertiäre Meer bis in das Innere derselben reichen und die Ablagerungen bilden konnte, die als die letzten Spuren dieses ehemaligen viel höheren Meeres-Niveau betrachtet werden müssen [1]).

Denken wir uns nun den Karst plötzlich um einige hundert Fuss gehoben, so würde gleichzeitig das Meer weit nach Süden zurücktreten, der Meeresgrund südwestlich von Triest würde weit und breit trocken gelegt werden, und es entstünde eine weite Ebene, deren Boden nach stattgefundener Aussüssung aus Kieselerde, Thonerde und Kalkerde gemischt, aber auch zugleich von aller Vegetation entblösst wäre.

Ohne Zweifel müsste diese weite Ebene in dem am Karste angrenzenden Theile von diesem die Vegetation empfangen: Verhältnisse, die jedenfalls auch mit den Alpen und den nach dem Weichen der Meere trocken gelegten tertiären Ablagerungen der Ebene stattfinden mussten.

Der Karst scheint aber die Niveau-Veränderungen nicht mitgemacht zu haben, denen die Alpen während der neogenen Periode unterworfen waren, derselbe war seit der neogenen Periode von keinem höheren Meeres-Niveau umgeben als das gegenwärtige ist. Und wenn der Karst auch wirklich die neogenen Senkungen der Alpen mitgemacht haben sollte, worüber vorläufig noch keine Daten vorliegen; die letzte Hebung der Alpen hat der Karst sicher nicht mitgemacht, indem im Gebiete desselben nicht eine Spur von neogenen Ablagerungen bekannt ist. Und in sofern als der Karst eine Insel des tertiären Meeres, die seit der neogenen Epoche keine Niveau-Veränderungen und auch keine Überfluthungen des Meeres erfahren hatte, darstellt, ist der Karst und die Flora desselben, die

---

[1]) Über die Abl. des Neog. Dil. und All. Sitzungsb. d. kais. Akad. d. Wissensch., Bd. XVI, S. 514.

jedenfalls von der der jetzigen Alpen und deren Umgebung sehr verschieden ist, von grösster Wichtigkeit für die Geschichte der Pflanzenwelt.

Aus der Vertheilung der beiden Regionen des verschiedenen Bodens, dem Vorwalten des felsigen und dem gänzlichen Mangel des Zertrümmerten, die in der Geologie des begangenen Terrains begründet ist, folgt auch der Charakter der Pflanzendecke dieser Gegenden.

Das, was den gleichmässig gemischten Boden der unteren Region am besten charakterisirt, die Wiese und der Acker, dies ist auch in unserm Terrain im Gebiete der unteren Region nur selten und nur dort vorhanden, wo der Kalk nicht vorwaltend auftritt und der Boden gleichmässig gemischt ist.

Die Wiesen nehmen beinahe allen ebenen Raum des Beckens von Planina, von Adelsberg und des Wipbach-Thales ein, so weit nämlich der Alluvialboden dieser Gegenden reicht.

Auffallend ist der Mangel der Wiesen jedem fremden Besucher der Tolmeiner und Flitscher Gegenden, wo man ausgedehnte Flächen der Thalsohle, die aber ausschliesslich aus Dachsteinkalk-Geröllen gebildet sind, beinahe von aller Vegetation entblösst beobachten kann.

Auch in der oberen Region des Felsigen entspricht das Vorhandensein von ausgedehnten Wiesflächen oder der gänzliche Mangel derselben genau der Zusammensetzung des Bodens.

Am allerauffallendsten spricht sich dieser Unterschied in der Bedeckung des Bodens mit Wiesen aus, wenn man von einem höheren Punkte, z. B. vom Lasček (Vlaszek auf der Generalstabskarte) nördlich von Canale, das Kalkplateau des Tarnowaner Waldes, die Gebirge der Sandsteine und Mergel am rechten Ufer des Isonzo, und die Gebirge des Wassergebietes des Bača- und Cirkniza-Thales (westlich von Tolmein und nördlich von Kirchheim) nach einander überblicken kann. Während die beinahe waldlosen Sandstein-Gebirge, besonders aber die aus Kalkmergelschiefern und Hornsteinen bestehenden Gebirge des Bača- und Cirkniza-Thales alle mit einem freudig grünen Wiesenteppiche allgemein bedeckt sind, mangelt dem Kalkplateau an unbewaldeten Stellen beinahe alle Vegetation. Aber auch in dem Kalkplateau, namentlich um Loqua, und östlich am Mrzawec im Thalkessel Auská Lásna, wo in den Vertiefungen des

Terrains, die Hornsteine des Jurakalkes dieser Gegenden zusammengeschwemmt, den Kalkboden mit Kieselerde reichlich versehen, sind üppige Wiesen zu treffen, die an Fruchtbarkeit denen der Ebene oder der Alpen gar nicht nachstehen.

Während z. B. in Flitsch, sowohl in der Tiefe des Kessels als an den höheren Wänden desselben, die weisse Farbe des Kalkes überall durch die spärliche Vegetation durchschimmert, sind die aus Sandsteinen und aus dem Detritus derselben bestehenden Hügeln am Rande dieses Kessels, besonders im Norden von Flitsch, mit fruchtbaren, den einzigen Reichthum von Flitsch bildenden Wiesen bedeckt.

Ganz ähnliche Verhältnisse bietet in dieser Beziehung die Wochein. Die Tiefe der Thalsohle nehmen die Wiesen ein, aber im Gebirge selbst über Dachsteinkalk, kennt man keine Wiesen.

Das Vorkommen der Cerealien im begangenen Gebiete verräth ebenfalls einen innigen Zusammenhang derselben mit der Beschaffenheit der Unterlage, auf der sie gebaut werden.

In Flitsch und in der Trenta erreicht der Anbau der Cerealien 2000′ Meereshöhe; kommt aber insbesondere in der Trenta nur sehr sporadisch vor. Die beinahe ganz horizontalen Flächen der Geröll-Ablagerung in der Thalsohle der Trenta bestehen stellenweise ausschliesslich aus Dachsteinkalk; daher werden sie zum grössten Theile nur als Wiesen benützt, indem bei Getreide-Anbau der Nutzen des an Kieselerde und Thonerde sehr armen Bodens die Arbeit durchaus nicht aufwiegt.

Auch um Flitsch werden nur jene Stellen zum Getreide oder vielmehr ausschliesslich zum Mais-Anbau verwendet, wo das Kalkgerölle mit einem Detritus der Kreide-Sandsteine des Flitscher Thales überdeckt ist. Auf den ausschliesslich Kalk enthaltenen Ebenen gedeiht weder der Getreidebau noch die Wiese.

Nach der bedeutenden und massenhaften Gebirgs-Erhebung des Terglou sollte man, wenn diese einen Einfluss auf das verticale Aufsteigen des Getreides ausüben würde, finden, dass in der Trenta das Getreide viel höher hinauf gebaut werde, als dies in der That der Fall ist.

Um Caporetto, dann östlich um Dreženca und westlich im Gebiete des Natisone wird das Getreide noch bis zu 2000′ Meeres-

höhe gebaut. In diesem Theile des begangenen Terrains stellt sich besonders deutlich heraus, dass zum nutzbringenden Gedeihen des Ackerbaues ein Stück ebenen Landes mit lockerem Boden durchaus nicht genügt, auch dann, wenn dasselbe in keiner bedeutenden Meereshöhe gelegen ist; dass die chemische Zusammensetzung desselben vorzüglich berücksichtigt werden muss.

Um Dreženca sowohl als auch um Sedulla und Bergogna im Natisone-Gebiete wird das Getreide nur so weit hinauf auf den Abhängen des Thales gebaut, als noch die tertiären Ablagerungen nebst Kalk, auch Bestandtheile der unterliegenden Sandsteine und Mergel beigemengt enthalten. Über den letzten Vorkommnissen des Getreides folgen noch bis auf 1000′ senkrechter Erhebung beinahe ganz horizontale Flächen von reinem Dachsteinkalk-Detritus übereinander. Diese werden aber trotzdem vom Ackerbaue nicht heimgesucht, ja nur die wenigsten dieser Stellen können als einmal mähbare Wiesen benutzt werden, da die üppige Kalkalpen-Flora auf diese zum grössten Theile trockene und der Sonnenhitze direct ausgesetzte Flächen nicht herabsteigen kann, und die Pflanzen der unteren Region auf dem ungleichmässig gemischten, an Kalk sehr reichen Boden ebenfalls nicht bestehen können.

Eine bedeutendere Meereshöhe erreicht der Getreide-Anbau östlich von Dreženca in der Gemeinde Krn. Das Dorf Krn hat auf dem südlichen Abhange des bedeutenden Alpen-Gipfels Krn genau dieselbe Lage wie Sedulla und Bergogna auf den südlichen Abhängen des Stou. Auch ist die Massen-Erhebung des Gebirges nördlich von Stou, nämlich die des Monte Canin im Flitscher Gebirge, genau eine gleich grosse, wie die nördlich auf den Krn folgende des Terglou-Gebirges. Und doch erreicht der Getreide-Anbau im Dorfe Krn 3000′ Meereshöhe (die untersten Häuser in Krn besitzen 2739′ Meereshöhe) und steigt also um 1000′ höher als in Sedulla und Bergogna.

Die verschiedene Beschaffenheit des Bodens muss Ursache hievon sein. Denn die am südlichen Abhange des Krn ausgebreiteten Kalke, Sandsteine und Mergel der Kreide bilden einen Detritus, der bei 3000′ Meereshöhe noch überall gleichmässig aus Kalkerde, Kieselerde und Thonerde zusammengesetzt ist, und daher Ursache ist von der Existenz günstigerer Bodenverhältnisse für das Vorkommen der Cerealien bei Krn, als es in gleicher Meereshöhe über Sedulla und Bergogna der Fall ist.

Auch mag aus der gleichmässigen Mischung des Bodens die Fruchtbarkeit der Gegend von Camigna und Salizhe erklärlich sein.

Bekannt ist im Tolmeinischen wegen der Fruchtbarkeit seiner Äcker das Woltschacher Feld, welches auf dem Alluvial-Schuttkegel der Kamenza steht. Dieser Schuttkegel verdankt seine Entstehung der Zerstörung des tertiären Schotters im Innern der Kamenza, der aus Hippuriten-Mergeln und Kalken, und zum grössten Theile aber aus Hornsteinen der im Kamenza-Thale anstehenden Kalke besteht.

Die Felder von Tolmein stehen denen von Woltschach in der Fruchtbarkeit weit nach, indem hier die Kalkgerölle die vorwaltendsten sind.

Von Tolmein nördlich im Tominska-Thale, dann nordöstlich und östlich im Gebiete des Bača-Thales, ferner in der Umgebung von Kirchheim im Idria- und Cirkniza-Thale, tritt das Getreide nur sehr sporadisch auf, indem auch die dasselbe beherbergenden Ablagerungen des lockeren Bodens nur vereinzelt und in untergeordneter Entwickelung zu finden sind. Die Meereshöhe, in welcher das Getreide wachsend gefunden wird, ist in diesen Gegenden ausserordentlichen Schwankungen unterworfen, die auch nur in dem unregelmässigen Auftreten des lockeren Bodens der unteren Region begründet sind.

So werden:

in Rauna im Tominska-Thale	bei 2980′	M.H.
„ Lubino westlich von Podmeuz	„ 1369′	„
„ Tumlino bei Chnesa	„ 1516′	„
„ Grachowa im Bača-Thale	„ 900′	„
„ Deutschruth nördlich von Grachowa . . .	„ 2720′	„
„ Oblak im Bača-Thale	„ 1632′	„
„ Podberda im Bača-Thale	„ 1142′	„
„ Bača oberhalb Podberda	„ 2433′	„
„ Stržišče unter dem Schwarzenberg . . .	„ 2568′	„
„ Zakriž und Goriach nördlich von Kirchheim	„ 2200′	„
„ Novake nördlich von Kirchheim	„ 1869′	„
am Sattel zwischen Novake und Duža	„ 3143′	„
in Otáleš im Idria-Thale	„ 1897′	„
„ Šebrelje südlich von Recca Rauna	„ 2044′	„
und am Verhost südlich von Šebrelje	„ 3400′	„

Cerealien gebaut.

In dem bisher betrachteten Theile des begangenen Terrains treten die Cerealien ganz in derselben Weise und genau unter denselben Verhältnissen auf, wie dies in allen anderen nördlicheren Gegenden der Alpen der Fall ist. Das Getreide steigt hier nirgends über 3500′ M.H., wie dies in den nördlichen Kalkalpen der Fall ist, und übersteigt daher nicht nur die Grenze der unteren Region nicht, sondern kommt auch hier am üppigsten auf gleichmässig gemischtem Boden vor.

In den noch zu betrachtenden südlichen Gegenden des begangenen Terrains bildet das Auftreten des Getreides scheinbar eine Ausnahme von der Regel, indem es hier auch in der eigentlichen Felsenregion zu treffen ist.

Um Canale im Thale des Isonzo und von da östlich hinauf auf das Kalk-Hochplateau des Laščék (mit den Gemeinden Bainšiza [2150′ M.H.], Cau [2638′] und Lom di Canale) bis nach Čjapovano, ferner bei Idria di Bača im Thale der Idria, und von da östlich auf das gleichartige Plateau von S. Veitsberg erreicht der Getreidebau eine Meereshöhe von 2500—2800′. Aber in der unteren Region, also in der Thalsohle des Isonzo und der Idria, ebenso wie in der oberen Region auf den genannten Hochebenen, ist das Vorkommen der Cerealien ein sehr seltenes, und der vom Getreideanbau in Anspruch genommene Flächenraum beinahe verschwindend klein. Die Ursache hievon kann nur in dem Vorwalten der Felsen, also in dem Mangel an gleichmässig gemischtem Boden gesucht werden. In der unteren Region des Zertrümmerten, die in den sehr engen Thälern des Isonzo und Idria beinahe auf Null reducirt ist, kann der Flächenraum des aus lockerem Boden bestehenden Terrains nicht bedeutend sein, und überdies ist noch auf vielen Stellen der Boden wegen grossen Gehaltes an Kalk für den Anbau des Getreides untauglich.

Oberhalb Canale, am westlichen Rande des Hochplateau des Laščék, kommen in der oberen Region vereinzelte Partien von Sandsteinen vor. Auf diesen und auf den Lehm - Ablagerungen der Kesseln, also auch hier nur auf gemischtem Boden kommen die Cerealien vor. Aber sowohl die Sandsteine, als auch die den Grund der kesselförmigen Vertiefungen ausfüllenden Lehm-Ablagerungen sind hier nur äusserst selten; daher werden sie überall von dem unermüdeten Fleisse der armen Bewohner dieser Gegenden aufgesucht und auch dann noch benützt, wenn sie kaum mehr als eine

Quadratklafter Flächenraum einnehmen, und oft stundenweit von den Wohnungen entfernt, zwischen den Kalkfelsen des Hochplateau zerstreut liegen.

Zwischen Görz und Schönpass und nördlich im Tarnowaner Walde werden die Cerealien bis 3000′ M.H. (Loqua in 3002′ M.H.) gebaut. In der deutlicher entwickelten unteren Region, so weit die Nummuliten-Sandsteine reichen (1800′), ist der Anbau des Getreides ein allgemeiner. In der oberen Region im Gebiete des Tarnowaner Waldes zwischen 2000′—3000′ sind die Vorkommnisse der Cerealien nur sehr vereinzelt, indem sie hier nur auf die Vertiefungen des Terrains beschränkt sind, die mit einem aus Kalk und Hornsteinen gemischten, nur selten vorkommenden lehmigen Boden ausgefüllt sind, wie bei Loqua und an anderen Orten.

In Wipbach und nördlich davon in der Gemeinde Kreuzberg und Kouk erreicht das Getreide 2550′ M.H. Während es aber in dem breiten Wipbach-Thale (bei 338′ M.H.) allgemein gebaut wird, und von Wipbach über Oberndorf, Zoll bis Podkraj auf 1822′ M.H. hinaufsteigt, und in dieser (durch Zoll und Podkraj markirten) Einsenkung der Bela, die mit Nummuliten-Sandsteinen ausgefüllt ist, alles ebenere Terrain von dem Getreide eingenommen wird, findet man in der oberen Region in der Gemeinde Kreuzberg und Kouk die Cerealien nur sehr sporadisch auftreten. Der für den Getreide-Anbau taugliche Flächenraum ist gegen den vom Walde und nackten Felsen eingenommenen verschwindend klein, genau in demselben Verhältnisse, in welchem die allgemeine Verbreitung des Hippuriten-Kalkes und der Jurakalke dieser Gegenden zu dem vereinzelten, nur auf den Grund der kesselförmigen Vertiefungen beschränkten Vorkommen des Lehmes steht.

Im Adelsberger Becken, zwischen Adelsberg und Prewald, steigt das Getreide nur wenig über 1800′ M.H., tritt hier also vorzugsweise in der unteren Region auf, indem die dasselbe beherbergenden Alluvionen der Poik und der Nanosiza sowohl, als auch die Hügel des Nummuliten-Terrains 1800′ M.H. nicht übersteigen.

An den Hippuritenkalkwänden des Nanos steigt das Getreide nirgends empor und fehlt im Birnbaumer Walde, wo der Hippuritenkalk an allen Orten ansteht, gänzlich.

Auf niedrigeren, das Becken von Adelsberg umgebenden Kalkbergen tritt das Getreide ebenfalls nur sehr selten auf, und dann

entweder über vereinzelnten Vorkommnissen von Nummuliten-Sandsteinen oder von Lehm.

Im Becken von Planina übersteigt das Vorkommen der Cerealien nicht 1700′, da die Äcker in dieser Gegend nur an den etwas erhöhten alluvialen Ablagerungen der das Becken von Planina manchmal ganz überschwemmenden Unz angebracht werden können.

Also in der That kommt in den Gegenden, die eben ausführlicher besprochen worden, das Getreide ausnahmsweise auch in der Region des Felsigen vor, obwohl dasselbe auch hier über gemischtem Boden gedeiht. Diese scheinbare Anomalie wird aber von der Natur hervorgebracht, in dem hier die tertiären Ablagerungen fehlen, also die Bestimmung der oberen und unteren Region in dem Sinne, in welchem dies in anderen Theilen der Alpen geschah, nicht möglich ist; und dadurch dass hier in der felsigen Region in einer Meereshöhe von 3000′ Ablagerungen eines gemischten zum Gedeihen des Getreides nöthigen Bodens vorkommen, auf denen die bis über 5000′ M. H. in den Alpen den Einflüssen des rauhen Klima's zu wiederstehen vermögenden Cerealien, bei dem viel milderen Klima der betrachteten Gegenden ohne Schaden wachsen können.

So wie sich der Charakter der Gegenden in Bezug auf den Mangel der tertiären Schotter-Ablagerungen ändert, treten aber auch die Cerealien wieder in der Weise auf, wie sie in den nördlichen Theilen der Alpen beobachtet worden sind. In dieser Hinsicht sind die Vorkommnisse des Getreides um Loitsch und in der Wochein sehr wichtig.

Im Loitscher Becken und von da in nordwestlicher Richtung über Hotederžic und Godovic tritt das Getreide überall auf in der Weise, wie in dem Hochplateau des Lasček und im Tarnowaner Walde. In diesen Gegenden fehlen aber die Schotter-Ablagerungen gänzlich. Nördlich von Loitsch in der Gemeinde Siberše bis nach Medwedieberdo (2463′ M. H.) geben die stellenweise vorkommenden tertiären Schotter-Ablagerungen der ganzen Gegend einen ganz andern Charakter. Das Felsige der Gegenden mit den kesselförmigen Vertiefungen zugleich verschwindet beinahe gänzlich, und das Getreide tritt über den Schotter-Ablagerungen auf, ganz in der Weise, wie dies sonst in den Alpen der Fall ist.

In der Wochein wird das Getreide im Gebiete der unteren Region über den tertiären und alluvialen Ablagerungen gebaut. Man findet hier vorzugsweise jene Stellen vom Getreide-Anbaue ein-

genommen, deren Boden gemischt ist und wo der Kalk durchaus nicht vorwaltet. Namentlich um Feistritz auf den Alluvionen der Bistriza die aus dem Detritus der tertiären Sandsteine und Mergel bestehen. Das Thal von Mitterndorf und Kerschdorf verdankt seine Fruchtbarkeit dem Antheile seines Bodens an Hornsteinen, die ihm aus den hornsteinführenden Schiefern der Hierlatz-Schichten (mittlerer Lias) dieser Gegenden mitgetheilt worden sind. Alle diese Vorkommnisse des Getreides überstiegen nicht 2200′ M. H.

Auf dem Hochplateau der Pokluka um Kopriunik (3217′ M. H.) und dessen Umgebung findet man die Cerealien in den kesselförmigen Vertiefungen dieser Gegenden, obwohl auf tertiären Schotter-Ablagerungen, genau in der Weise gebaut, wie dies im Tarnowaner Walde und den benachbarten Hochebenen der Fall ist. Hier erreicht das Getreide, ebenfalls nur sehr sporadisch auftretend, 3500′ M. H.

Die Resultate die aus der Betrachtung der Verbreitung der Cerealien im begangenen Terrain sich ergeben, lassen sich im Folgenden zusammenfassen:

Die Cerealien kommen nur auf gleichmässig gemischtem Boden vor, und die Verbreitung desselben ist abhängig von der Verbreitung des gemischten Bodens. Die Meereshöhe bis zu welcher die Cerealien hinauf steigen, ist in der südlichen und nördlichen Kalkalpenkette nahezu eine und dieselbe. Diese Meereshöhe hängt durchaus nicht von der Massen-Erhebung des Gebirges, sondern von der Meereshöhe, bis zu welcher der zum Gedeihen der Cerealien nothwendige lockere gleichmässig gemischte Boden vorkommt.

Über die oberen Grenzen des Waldgürtels lassen sich in dem begangenen Terrain keine sichern Beobachtungen anstellen [1]. Der Wald ist vielseitig theils des Holzes wegen, theils aber auch zu dem Ziele abgetrieben worden, dass die früher bewaldeten Flächen als Waiden benützt werden könnten.

Die ausserordentliche Trockenheit, insbesondere der südlichen der Sonnenhitze vorzüglich ausgesetzten Abhänge tritt dem Wachsthume des jungen Waldes hinderlich in den Weg; so dass man, die

---

[1] Siehe nach in Sendtner's Beob. über die klimatische Verbreitung der Laubmoose durch das österr. Küstenland und Dalmatien. Flora von Regensburg 1848, S. 195.

Wochein ausgenommen, kaum eine Stelle in dem begangenem Terrain finden dürfte, wo es gestattet wäre, die natürliche obere Grenze des Waldes zu beobachten.

In der Wochein und namentlich im westlichen Theile in den Gebirgen über dem Ursprunge der Saviza, wo der Wald wegen der Schwierigkeit der Förderung des Holzes aus dem vielfach durch tiefe Kessel durchzogenen Hochplateau an seiner Natürlichkeit nur wenig verlieren konnte, übersteigt der Wald 5500′ M. H. nicht.

Im Süden der Wochein auf den nördlichen Abhängen des Schwarzenberges hört der Wald bereits in 4000′ M. H. auf.

Auf dem südlichen Abhange des Sckwarzenberges konnte ich die Grenze des Hochwaldes auf dem Sattel zwischen Katzbock und Stržišče auf 3138′ M. H. bestimmen.

Im Hintergrunde des Tominska-Thales, dort wo der Wald am südlichen Abhange des Krn am höchsten hinaufsteigt, erreichen die letzten Bäume kaum 5000′.

Im Flitscher Gebirge hört der Wald auf gleich unterhalb der Horičica-Alpe am Rombon, also in 3460′ M. H.

Die ebene Fläche der Goreni-Glava, westlich von Karfreit, die etwas niederer ist als der 4657′ hohe „na Stole“ ist gar nicht bewaldet. Der Wald tritt erst auf dem westlichen Abhange des „Na Stole“ auf und steigt dann im Westen auf dem viel feuchteren Monte Maggiore, der aus Dolomit des Dachsteinkalkes gebildet ist, noch um einige hundert Fuss höher.

Am nördlichen Abhange des Matajur reicht der Wald bis 3600 und 3700′ M. H. Der südliche Abhang ist des Waldes beinahe gänzlich beraubt.

Am Kuk-Berge, westlich von Woltschach, reichen zusammenhängende Waldbestände, nach einer Messung oberhalb Fonn in der Camenza, westlich von Woltschach nur bis 2589′ M. H.

Das Hochplateau des St. Veitsberges und des Laščck östlich von Canale, übersteigt nirgends die obere Grenze des Waldes, ebenso das Hochplateau des Tarnowaner Waldes, dessen höchster Punkt der 4440′ hohe Mrzawec bis an den Gipfel hinauf bewaldet ist. Dasselbe ist der Fall im Birnbaumer Walde, dann in der Jelouza und Pokluka in der Wochein.

Hat man einmal Gelegenheit gehabt das Hochplateau des Birnbaumer Waldes, des Tanowaner Waldes oder der Jelouza nach

mehreren Richtungen zu begehen, und hat man im Gebiete derselben die hohen und starken beinahe bis auf den Gipfel hinauf unverästeten Buchen, und die schlanken Tannen bewundert, so hat man sich zugleich die Überzeugung geholt, dass diese Hochebenen, mit ihren nackten überall anstehenden Kalkfelsen, mit ihren bald ausgedehnten bald aber kaum einige Klafter im Durchmesser besitzenden Kesseln und Einsenkungen so recht eigentlich das Terrain bilden, auf welchem alle nothwendigen Bedingnisse zu einem kräftigen Fortbestehen des Waldes von der Natur gegeben sein müssen. Man hat sich zugleich überzeugt, dass die gleichartigen Karstebenen z. B. um Triest mit derselben Kalkunterlage, mit derselben Oberflächen-Gestaltung, nicht von der Natur bestimmt sind, das wüste und traurige Ansehen darzubieten, es vielmehr die Menschenhand sein musste, die den Wald ausrottete und für dessen Erneuerung keine Sorge trug.

Erst in neuerer Zeit widmet man diesem Gegenstande eine Aufmerksamkeit, indem man auf dem nackten, dürren Kalkplateau den Wald aus Samen zu ziehen Versuche macht.

Eine hieher bezügliche Beobachtung, die ich im Liskouz-Walde westlich von Hotederžic nordwestlich von Loitsch zu machen Gelegenheit hatte, scheint mir zu wichtig, als dass ich sie hier nicht mittheilen sollte. In dieser Gegend kommt über dem Hippuriten-Kalke, der hier ein weites unebenes, von Kesseln sehr häufig unterbrochenes Thal bildet, *Corylus Avella* L. so häufig vor, dass alle Wege und Stege von dieser Staude beinahe ganz eingeengt und unwegsam gemacht sind, und das übrige Terrain ganz undurchdringlich geworden ist. Ich irrte in dieser Gegend einige Stunden hindurch, ohne Hoffnung sich herauszuwinden und konnte oft genug bemerken, wie daselbst aus dem Dickicht der Haselstaude, junge Buchen und Eichen kräftig emporschiessen, und stellenweise durch den Schatten, ihrer bereits ausgebreiteten Kronen, die Haselstaude zum Theil oder ganz verkrüppelt machten.

Dies scheint mir in der That ein von der Natur angestellter Versuch zu sein, die Karstplateaus mit neuen Wäldern zu versehen.

Man sollte diesen Versuch an andern Orten dadurch nachahmen, dass man vorerst für die Entstehung eines Bestandes der Haselstaude aus Samen, Sorge tragen würde. In einigen Jahren wäre nicht nur eine Schutzwehr gegen die Stürme des Karstes aufgewachsen, hinter welcher junge Eichen und Buchen bis zu einer gewissen Grösse ohne

Schaden fortwachsen und kräftiger werden konnten, sondern es würde zugleich aus den abgefallenen Blättern eine Humus-Schichte gebildet werden, die die Feuchtigkeit an sich ziehen und im Schatten der Stauden lange behalten, und somit die Keimung der später einzusäenden Eichen- und Buchen-Samen ermöglichen im Stande wäre.

Dass die Haselstaude auch auf dem Karste fortkomme, und sich unter derselben eine feuchte Humus-Schichte bilde, hievon kann man sich am südlichen Rande des Adelsberger Beckens südlich von Hrušuje (östlich von Prewald) genügend überzeugen; wo die *Corylus Avellana* ohne der Schutzwehre eines Waldes ganz isolirte Bestände bildet, und dem Sturme den sie hier so zu sagen aus der ersten Hand empfängt, ganz gut wiedersteht.

Trotz den vielen Unregelmässigkeiten in dem Auftreten des Waldgürtels im begangenen Terrain lässt sich doch eine allgemeine Depression des Waldes dieser Gegenden nicht verkennen, die einer gleichzeitigen Depression der Cerealien und der geringeren Entwicklung und Erhebung der untern Region entspricht.

In der Wochein namentlich scheint eine grössere Ausdehnung der untern Region auch das Höhersteigen des Waldgürtels zu bedingen.

Diesen Zusammenhang scheint ferner noch der Umstand anzuzeigen, dass die obere Grenze des Waldes in der nördlichen und südlichen Kalkalpenkette nahezu dieselbe, und viel niedriger ist als die in der Centralkette; was auch in Bezug auf die obere Grenze der untern Region gilt, die mit ihren tertiären und jüngeren Ablagerungen in der Centralkette viel höher hinauf reicht als in den Kalkketten.

Im Vorangehenden wurde schon öfters darauf aufmerksam gemacht, das die neogen tertiären Schotter-Ablagerungen in der Weise, wie sie in den nördlichen Theilen der Alpen vorkommen, in dem begangenen Terrain nicht überall vorhanden sind, und dass sie von Norden nur bis zu einer gewissen Grenze herabreichen, über welche nach Süden hinaus gar keine Spuren vorgefunden worden sind.

Das Vorkommen der neogenen tertiären Ablagerungen lässt sich von der Einsenkung des oberen Natisone dem Isonzo-Thale nach bis

in die Gegend zwischen Woltschach und Ronzina, deutlich verfolgen; dann sind Spuren davon im Gebiete des Bača-Thales und Idria-Thales vorgefunden worden. Endlich findet man die südlichsten Spuren dieser Ablagerungen in der Gemeinde Siberše, sie buchten sich aber nicht bis nach Loitsch herab, biegen dann nach Norden, um so in dem Becken von Ober-Laibach einzumünden.

Es liesse sich diese südliche Grenzlinie der neogen-tertiären Ablagerungen graphisch durch eine Linie andeuten, die man von den Quellen des Natisone am nördlichen Abhange des Matajur angefangen über Karfreit, Woltschach, Siberše, Idria bis Ober-Laibach ziehen würde (mit einer südlichen Einbuchtung von Woltschach gegen Ronzina, und weiter östlich gegen Siberše herab).

Wir haben gesehen, dass südlich von dieser Linie das Getreide ausnahmsweise auch in der oberen Region, obwohl auch hier nur über gemischtem Boden vorkomme, also südlich von dieser Linie in Bezug auf Cerealien eine andere Ordnung der Dinge herrsche.

Diese Linie gewinnt aber an Wichtigkeit durch die Beobachtung, dass viele der südlichen Pflanzen, die in Istrien und Dalmatien häufig verbreitet sind und so zu sagen hier ihre Heimath haben, über diese angegebene Linie nicht hinausgehen, und diese Linie folglich ihre nördliche Grenze darstellt. Ich will versuchen, durch Angabe folgender Beispiele auf die merkwürdigen Verhältnisse aufmerksam zu machen.

Sesleria tenuifolia Schrad erreicht diese Linie kaum und ich konnte sie nur im Gebiete des Birnbaumer Waldes noch beobachten.

Sesleria juncifolia Host. reicht bis auf die Dolomit-Berge nördlich von Kaltenfeld, westlich von Planina.

Crepis chondrilloides Jacq. konnte bis auf den Čaun bei Schönpass, also in das Gebiet des Tarnowaner Waldes verfolgt werden.

Scorzonera villosa Scop. steigt bis an den Rand des Birnbaumer Waldes über dem Wipbach-Thale, und im Adelsberger Becken.

Omphalodes verna Mnch. in den Wäldern um Loitsch erreicht die besprochene Grenzlinie.

Onosma stellulatum W. Kit. zieht bis auf den Čaun und die nördlichen Abhänge des Wipbach-Thales.

Scopolina atropoides Schult. kommt bei Idria vor, und wurde auch im Thale von Nowi swět, nordwestlich von Loitsch, nahezu an der Grenzlinie gefunden.

Molopospermum cicutarium DC., das nach Beobachtungen von v. Tommasini am Monte Santo vorkommt, wächst auch am Matajur, also ganz an der Grenzlinie.

Paliurus aculeatus L. wächst noch sehr häufig auf den nördlichen Abhängen des Wipbach-Thales, im Gebiete des Birnbaumer Waldes.

Genista sericea Scop. kommt noch am Nanos und am Čaun vor; ebenso erreicht

Genista silvestris Scop. das Hochplateau des Kreuzberges nördlich von Zoll, und des Birnbaumer Waldes.

Saxifraga petraea Pona L. erreicht die Wand bei Modrea im Tolmeinischen, und kommt auf dem nördlichen Abhange des Matajur, südlich vom Isonzo, noch ziemlich häufig vor.

Nasturtium lippizense DC. kommt noch sehr häufig im Walde bei Planina vor.

Euphorbia carniolica Jacq. zieht, so viel bekannt, über Idria nicht weiter nach Norden.

Daphne alpina L. steht bei Adelsberg und nach den Beobachtungen von v. Tommasini am Monte S. Valentino bei Görz.

Die letzte *Campanula pyramidalis* L. glaube ich bei Sella zwischen Ronzina und Woltschach beobachtet zu haben, wenigstens sah ich nördlich davon im Gebiete des Isonzo dieselbe nur an solchen Orten, wo sie als Flüchtling aus den Gärten betrachtet werden musste.

Aber nicht genug, dass diese die südliche Grenze der neogentertiären Ablagerungen darstellende Linie zugleich die nördliche Grenze für viele südlichen Pflanzen bildet; sie ist zugleich als die südliche Grenzlinie zu betrachten von der folgenden Dachsteinkalk- und Dolomit-Flora des begangenen Terrains:

Sesleria sphaerocephala Ard.
Tofieldia glacialis Gaud.
Armeria alpina L.
Scabiosa longifolia W. Kit.
Asterocephalus lucidus Vill.
Valeriana elongata Jacq.
Centaurea nervosa W.
Achillea atrata L.
Crepis hyoseridifolia Rchb.

Crepis blattarioides Rchb.
„ *Jacquini* Tausch.
Taraxacum laevigatum DC.
Saussurea pygmaea Spr.
Phyteuma cordatum All.
Campanula Zoysii Wulf.
„ *thyrsoidea* L.
„ *spicata* L.
Eritrichium nanum Schrad.
Pedicularis verticillata L.
„ *rostrata* L.
„ *tuberosa* L.
Veronica aphylla L.
Paederota Ageria L.
Androsace villosa Wulf.
Gentiana pumila Jacq.
„ *nivalis* L.
„ *lutea* L.
Bupleurum graminifolium Vahl.
Astrantia carinthiaca Hoppe.
„ *carniolica* Wulf.
Oxytropis montana DC.
Saxifraga Hohenwartii Vest.
„ *squarrosa* Sieb.
Potentilla nitida L.
„ *Clusiana* Murr.
Alchimilla alpina L.
Noccea alpina L.
„ *rotundifolia* L.
„ *cepeaefolia* Wulf.
Petrocallis pyrenaica R. Br.
Alyssum Wulfenianum Brnh.
Arabis vochinensis Spr.
Papaver alpinum L.
Ranunculus Traunfellneri Hoppe.
Aquilegia pyrenaica DC.
Geranium argenteum L.
Linum alpinum L.

Hievon zieht die *Paederota Ageria* mit dem Isonzo längs den Diluvial-Ablagerungen bis nach Canale herab.

Astrantia carinthiaca Hoppe kommt am Borsen und am Matajur noch vor.

Astrantia carniolica Wulf ist auch südlich von der tertiären Linie am Dolomit verbreitet.

Alchimilla alpina L. fand ich auch am Matajur.

Die Ursachen hievon sind theils darin zu suchen, dass am nördlichen Abhange des Matajur Dachsteinkalk vorkömmt und der Dolomit nördlich von der tertiären Grenzlinie mit dem südlich davon liegenden unmittelbar zusammenhängt.

Diese Thatsachen wären geeignet, den Beobachter zu der irrigen Meinung zu verleiten, dass der Einfluss des Bodens auf die Vertheilung der Pflanzen gleich Null zu setzen, und dass alle Vertheilung der Pflanzen von solchen Grenzlinien einzig und allein abhängig sei.

Mit dieser südlichen Grenzlinie der neogen-tertiären Ablagerungen fällt in dieser Gegend zugleich zusammen die nördliche Grenzlinie der Kreide-Ablagerungen und die südliche Grenze der Dachsteinkalk-Ablagerungen. Die Linie ist daher nicht nur die Grenze verschiedenen Bodens, sondern auch die Grenzlinie zwischen zwei Vegetations-Centren der Alpen und der südlichen Gegenden des Karstes, Istriens und Dalmatiens, und es ist daher nicht zu wundern, wenn diese Verhältnisse in den Vorkommnissen der Pflanzen so auffallend und genau markirt sind.

Aus dieser Ursache mag auch erklärlich erscheinen, dass selbst die Dachsteinkalk-Flora in diesen Gegenden einen Zuwachs an neuen Formen erhalten habe. Diese sind (so weit vorläufig die Untersuchungen gediehen sind):

Campanula Zoysii Wulf.
Astrantia carinthiaca Hoppe.
Alyssum Wulfenianum Brnh.
Arabis vochinensis Spr.
Geranium argenteum L.

In dem begangenen Terrain hatte ich ferner Gelegenheit, einige Standorte von Pflanzen zu besuchen, deren merkwürdige Bodenverhältnisse, begleitet von eigenthümlichen Pflanzenformen, besser als

sonst irgendwo den Einfluss des Bodens auf die Vertheilung der Pflanzen und insbesondere aber den die Pflanzen-Form verändernden Einfluss des Bodens beweisen.

Das Vorkommen der *Pedicularis Friederici Augusti* Tommasini auf dem Monte Slavnik zog mich insbesondere an. Die verwandte *Pedicularis comosa* L. fand ich am Dolomit des Hippuritenkalkes des Monte Prese bei Serravalle im Venetianischen, und ich war begierig zu erfahren, auf welchem Gesteine die oben angegebene *Pedicularis* am Slavnik zu finden sei.

Von Triest fuhr ich nach Materia und erstieg von da den Slavnik, und fand zu meiner grossen Befriedigung, dass in der ganzen Erstreckung des Standortes der *Pedicularis Friederici Augusti* Tommasini ein dunkler Nummulitenkalk die unmittelbare Unterlage bildet.

Dann wallfahrtete ich zu dem einzigen bis jetzt bekannten Standorte der

Hladnikia pastinacifolia Rchb.

am Čaun nördlich von Schönpass im Wipbach-Thale.

Das Hochplateau des Tarnowaner Waldes fällt am Čaun und westlich davon mit einer beinahe senkrechten Wand in das Wipbach-Thal herab. Die äusserste oberste Kante dieser Wand, so wie die Wand selbst ist ganz unbewaldet, erst in einer Entfernung von beiläufig 50—100, manchmal auch mehr Klaftern von der Kante fängt der Wald an und zieht sich dann ununterbrochen bis gegen Idria hin. Diese äusserste unbewaldete Kante ist nun zum Theil fester Fels, zum Theil ist sie aber von kleinen und grösseren Stücken und Bröckeln des anstehenden Jurakalkes (Plassenkalk) bedeckt. Auf dem Felsen fand ich nun:

Cerastium lanigerum Clementi (in atti del Congresso di Firenze), auf dem zerbröckelten steinigen Boden aber die:

Hladnikia pastinacifolia Rchb.

Die Area dieser beiden Pflanzen beträgt, so weit ich mich davon überzeugen konnte, kaum 20 Quadratklafter.

Auf einem ganz ähnlichen Standorte kommt über Hippuritenkalk am Nanos die *Draba ciliata* Scop. vor; das Vorkommen dieser Pflanze ist ebenfalls so beschränkt wie das der beiden vorangehenden.

Den Standort der *Möhringia villosa* Fenzl und *var. β. glabrata*, der seit längerer Zeit schon beinahe bezweifelt wurde, da

ausser dem Custos Freyer in Triest diese Pflanze Niemand, auch der mit jugendlicher Lust und Liebe mit der Flora dieser Gegenden beschäftigte Dr. Dolliner in Idria nicht, auffinden konnte, hatte ich Gelegenheit zu besuchen.

In Koch's Taschenbuch der deutschen und schweizerischen Flora wird der Standort angedeutet als „in Oberkrain am Poresenberg ober Zarz (nicht Zurz)", wonach er von manchen nicht genau instruirten Reisenden kaum gefunden werden dürfte.

Auf der Generalstabskarte ist der Berg als Borodin benannt; in Kirchheim heisst er Porsen oder Borsen und liegt über Puče und Goriach nördlich von Kirchheim. Dieser Berg besteht in seinem obersten Theile aus Kalk- und Thon-Schiefern, die zum Theil der Kohlenformation, zum Theil der Trias- und Kreide-Formation angehören und vielfach unter einander wechseln, so dass die Felsen bald aus reinem Kalk, bald aus Schiefern, bald aus beiden bestehen.

Westlich, kaum 30 Klafter entfernt von der höchsten Spitze des Porsen, fand ich in dem obersten senkrechten Theile der nach Süden abfallenden Wände kaum eine Klafter unter der Gräte die besprochene *Möhringia*. Die *M. villosa* Fenzl scheint auf Stellen vorzukommen, wo der Kalk vorwaltet, die *var. glabrata* aber über reinem Thonschiefer. Ich bin überzeugt, dass beide Formen auch tiefer unter der Spitze an den Wänden des Porsen zu finden sein werden. Der Standort sollte daher in der Zukunft auf folgende Weise genau angegeben werden „in den nach Süden abfallenden steilen Wänden des Porsen (Borsen, Borodin) bei Göriach und Puče nördlich von Kirchheim, östlich von Tolmein. Die erste Form über Kalkschiefer, die zweite über Thonschiefer. Es ist sehr wahrscheinlich, dass diese Pflanzen auch in der östlichen Fortsetzung der Gesteine in der Gegend von Zarz und Daine auf ähnlichen Standorten zu finden sein werden".

In der Umgegend der Černa prst (Schwarzenberg) kommen schwarzbraune, stark eisenhältige Schiefer als Einlagerungen von sehr geringer Ausdehnung, die unter einander nicht zusammenhängen, sondern isolirt und stellenweise auftreten, im Dachsteinkalke vor. Gerade an der Spitze der Černa prst steht eine solche Schiefer-Einlagerung an. Diese Stelle ist nun auf eine sehr auffallende Weise mit dem schönen *Geranium argenteum* bewachsen und bedeckt, dass im Bereiche dieses Vorkommens nebst *Trifolium noricum* beinahe alle andern Pflanzen zurückgedrängt sind.

Von der Černa prst ist nun das *Geranium argenteum* über den Slieme Wrch bis auf den Krn verbreitet, kommt aber nur an solchen Stellen vor, wo sich eine mächtigere Schichte der Dammerde (die von den Winden aus dem Thale hier zusammengetragen wird) vorfindet. Dies scheint anzudeuten, dass das *Geranium argenteum* nicht eine Dachsteinkalkpflanze ist, sondern dem Schiefer der Černa prst ursprünglich angehört. In der Folge dürfte sich diese Thatsache weiter erklären, wenn man Beobachtungen über die Unterlage dieser Pflanze aus anderen Gegenden wird vergleichen können.

Leider kam ich bereits nach der stattgehabten Heuernte auf diesen merkwürdigen Standort, und konnte mich in Bezug auf das Vorkommen mancher anderer Pflanzen dieses Standortes nicht genau instruiren.

Aber unter allen den besuchten Standorten verdient jedenfalls eine Schäfer-Alpe „pri rudečim robu" zwischen dem Slieme Wrch und Perhou östlich von der Spitze des Krn, nördlich von Tolmein, die meiste Aufmerksamkeit der Botaniker.

Schon vom Calvarienberge bei Woltschach gewahrt man in der bezeichneten Gegend ober dem Slieme Wrch einen rothen Fleck in dem sonst weissen Dachsteinkalke dieser Berge. Hat man diesen Fleck einmal vom Thale aus gesehen, so kann man denselben nicht verfehlen, denn es führt von Tolmein über Sotto Tolmino oberhalb Dollia über den Merzli Wrch (4290′) bis auf den Sattel östlich von der Alpe Losina ein guter Fusssteig, und von da findet jeder gute Bergsteiger den Weg leicht hinauf zu der bezeichneten Stelle. Man findet da in dem massenhaft entwickelten, prachtvoll geschichteten Dachsteinkalk eine kaum 2 Klafter mächtige und kaum 40—50 Klafter lange Einlagerung von rothen Mergeln und grünlichen Sandsteinen. In der Umgegend dieser Einlagerung wächst sowohl auf den rothen Mergeln als auch auf dem Dachsteinkalke:

Pedicularis rostrata L.
Veronica aphylla L.
Paedorota Ageria L.
Oxytropis montana DC.
Potentilla Clusiana Murr.
Helianthemum alpestre Rchb.
Ranunculus Traunfellneri Hoppe.
Geranium argenteum L.

Nur auf dem Dachsteinkalke über den Mergeln und Sandsteinen konnte ich bemerken

Alsine aretioides M. K. (*Siebera cherlerioides* Hoppe),

und nur auf den Mergeln und Sandsteinen unter der eben erwähnten Pflanze fand ich:

Alsine lanceolata M. K. (*Facchinia lanceolata* Rchb.),
Phaca australis L. und
Laserpitium peucedanoides L.

Die *Alsine aretioides* M. K. findet sich bekanntlich auf allen Dachsteinkalk-Alpen, am Hochschwab, in den Ennsthaler Kalkalpen, auf der Kerschbaumer Alpe u. s. w.

Die *Alsine lanceolata* M. K. fand ich sonst nur über Kalkglimmerschiefer im Iselthale bei Pregratten, im Gebiete der Centralkette der Alpen.

Wenn man das beschränkte Vorkommen der *Alsine lanceolata* M. K. auf der, gegenüber dem herrschenden Dachsteinkalke verschwindend kleinen Stelle über den Mergeln und Sandsteinen unseres Standortes bedenkt; wenn man die Unmöglichkeit einer Wanderung dieser Pflanze von der Centralkette auf den besprochenen Standort über Berg und Thal eingesehen hat; wenn man ferner das Auftreten der *Alsine aretioides* M. K. auf dem Dachsteinkalke über den Mergeln, die *Alsine lanceolata* M. K. aber auf den Mergeln und Sandsteinen unter der *Alsine aretioides* M. K. beachtet hat, so drängt sich unwiderstehlich die Frage auf: ob die *Alsine lanceolata* M. K. nicht eine auf den Mergeln und Sandsteinen veränderte Form der nur auf dem Dachsteinkalke vorkommenden *Alsine aretioides* M. K. ist?!

Es ist dies freilich eine schwer zu beantwortende, sehr wichtige, aber auch viele Vorsicht, Unbefangenheit und Liebe zum Gegenstande erfordernde Frage, deren Beantwortung nur auf dem Wege der Erfahrung zu erwarten ist, und deren leichtfertige Behandlung, ob Bejahung oder Verneinung, der Wissenschaft nur Schaden bringen kann.

Aus dem häufigen Vorkommen der *Alsine lanceolata* auf älteren Gesteinen, der *Alsine aretioides* auf jüngeren, dürfte die erstere als Grundform zu betrachten sein, und wäre als wahrscheinlich anzunehmen, dass es leichter gelingen sollte, aus der *Alsine aretioides* M. K. die *Alsine lanceolata* M. K., als umgekehrt durch Culturs-Versuche zu erhalten, die jedenfalls so eingeleitet werden müssten, dass die in der Natur beobachteten Verhältnisse, unter welchen die

Pflanzen auf dem besprochenen Standorte wachsen, möglichst getreu nachgeahmt werden sollten. Dass diese Versuche an dem bezeichneten Standorte am leichtesten ausgeführt werden und am sichersten zum Ziele führen könnten, ist kaum zu bezweifeln.

Das Mitvorkommen der *Phaca australis* L. auf derselben Stelle verdient ebenfalls eine Beachtung.

Phaca australis L. ist ebenfalls eine Pflanze der Centralkette, die, so weit mir bekannt, nur auf Kalkglimmerschiefer und den diesen begleitenden Gesteinen, die eine gleichartige chemische Zusammensetzung besitzen, vorzukommen und gewöhnlich als Nachbarin neben der eben betrachteten *Alsine lanceolata* zu stehen pflegt.

Sendtner in seinen Veget. Verh. Südbaierns, Seite 759, gibt ebenfalls das Vorkommen der *Phaca australis* in den Kalkalpen Algäus, aber auch nicht über reinen Kalk, sondern über Kalkhornsteinen an, deren chemische Zusammensetzung gewiss im wesentlichen nicht verschieden ist vom Kalkglimmerschiefer oder von den Mergeln und Sandsteinen unseres Standortes.

Obwohl für diese Pflanze eben so wenig Grund vorhanden ist, eine Wanderung derselben anzunehmen, wie dies bei der *Alsine lanceolata* M. K. der Fall ist, und obwohl nur eine entferntere Form, die am Kalk vorkommende *Phaca frigida* L. mit der *Phaca australis* verglichen werden könnte, so scheint doch jedenfalls vorläufig nur diese Erklärungsweise auch für diese Pflanze hier zulässig zu sein.

Das *Laserpitium peucedanoides* L. fand ich sowohl über dem Dachsteinkalke als über Schiefern, aber auch jedenfalls unter zwei der Unterlage entsprechenden deutlichen Formen.

Wenn man von diesem Standorte auf diejenigen zurückblickt, mit denen wir uns eben näher beschäftigten, so scheint es, dass man zu allen den so vereinzelt unter sehr beschränkter Verbreitung vorkommenden und eben darum höchst wichtigen Pflanzenformen mit der Zeit und nach fortgesetzten Studien die Grundtypen oder Stammformen (wenn sie nicht ausgestorben sind) zu nennen im Stande sein wird, aus denen durch eigenthümliche Bodenverhältnisse in Verbindung mit klimatischen Einflüssen die seltenen entweder umgeformt worden sind, oder als umgeformt angenommen werden könnten.

Und wenn das Vorkommen der Pflanzen „pri rudečim robu“ uns auch nicht berechtigen sollte, mit Sicherheit den formverändernden Einfluss des Bodens als nachgewiesen zu betrachten, so beweist es

aber doch hinlänglich wenigstens das, dass der Boden auf die Vertheilung der Pflanzen einen unverkennbaren Einfluss ausübt, und dass es hier wenigstens in dem Falle gerade die chemische Zusammensetzung der Mergel und Sandsteine (aus Kalkerde, Kieselerde und Thonerde, analog dem Kalkglimmerschiefer) ist, die die Pflanzen der Centralkette (namentlich des Kalkglimmerschiefers) anzuziehen im Stande ist, und dieselben, mitten in einem grossartig entwickelten reinen Kalkgebirge, so ganz vereinzelt (wie es ihre Unterlage ist) erscheinen lassen kann.

Noch einige Worte der Verständigung muss ich dem nun folgenden Verzeichnisse der von mir gesammelten und in Bezug auf ihre geologische Unterlage beobachteten Pflanzen vorausschicken.

Die geologische Aufnahme, meine Hauptaufgabe, lässt mir weniger Zeit übrig als der Gegenstand dieser Zeilen zu einer erschöpfenden und gründlichen Behandlung desselben erfordern würde. Es konnte daher mein Bestreben nur dahin gerichtet sein, ein Material zu einer in jeder Beziehung vollständigeren und umfassenderen Arbeit zu sammeln und zu liefern, und ich that es in der Überzeugung, dass ich die mir von der Direction der k. k. geologischen Reichsanstalt dargebotene Gelegenheit erst dann besser benützt und die Wichtigkeit derselben gewürdigt habe, wenn ich nach meinen Kräften auch in dieser Richtung zu wirken bemüht war.

Den Werth des Materials wollte ich dadurch begründen, dass ich auch diesmal in das nachfolgende Verzeichniss keine Angaben von flüchtigen Bestimmungen aus Notaten oder blos aus dem Gedächtnisse, sondern nur solche aufgenommen habe, zu denen ich die Pflanzen sammeln und in meinem Herbar aufbewahren konnte, um sie in entscheidenden Fällen jedem freundlichen Besucher zur Einsicht vorlegen zu können.

Der Werth des Materials wird ferner noch dadurch erhöht, dass ich bei der Bestimmung der gesammelten Pflanzen nicht nur die Bibliothek und das Herbar in Museo des k. k. botanischen Gartens in Wien benützen konnte, sondern insbesondere auch dadurch, dass ich bei dieser Arbeit von dem Director dieser Anstalt, Herrn Dr. Fenzl, und den Herren Custos-Adjuncten Theodor Kotschy und Dr. Reissek kräftig, auf die wohlwollendste und freundlichste Weise mit Rath und That unterstützt worden bin. Ich kann den

genannten hochgeehrten Herren gegenüber der regen und freundlichen Theilnahme, die sie an dem Gelingen meiner Arbeit genommen haben, nur meinen aufrichtigen und tiefgefühlten Dank aussprechen.

Die Angaben des Verzeichnisses sind folgendermassen geordnet: zuerst der Name der Pflanze, dann der Name des Standortes und in wichtigeren Fällen die Meereshöhe desselben, endlich die geologische Unterlage.

Die Namen der Pflanzen folgen im Verzeichnisse in derselben Reihe nach einander, in welcher sie in Reichenbach's Flora Germanica excursoria aufgeführt sind. Die Diagnosen, Synonymen und Blüthezeit sind ebenfalls dort nachzusehen.

Die Höhenmessungen sind zum grössten Theile von mir selbst gemacht und von Herrn Dr. Lukas, Assistenten am meteorologischen Institute zu Wien, berechnet. Dort, wo meine Messungen nicht ausreichten, bediente ich mich fremder, die in den Jahrbüchern der k. k. geologischen Reichsanstalt von Herrn Adolph Sennoner zusammengestellt sind. Die Höhen-Angaben im Verzeichnisse selbst beziehen sich nicht auf die genannten Berge u. s. w., sondern geben möglichst genau die Meereshöhe an, in welcher ich die genannte Pflanze sammelte.

Die Beschreibung aller der Gesteine, die im Verzeichnisse nach der Angabe des Standortes als geologische Unterlage angeführt werden, sind zu finden in den Jahrbüchern der k. k. geologischen Reichsanstalt.

VERZEICHNISS

der auf meiner im Sommer 1856 ausgeführten Reise, in Krain (um Planina, Adelsberg, Prewald, Wipbach, in der Wochein), im Küstenlande (um Triest, Duino und Monfalcone, im Isonzo- und Idria-Thale), endlich am Lido bei Venedig, von mir gesammelten wildwachsenden phanerogamischen Pflanzen, nebst Angabe der geologischen Unterlage derselben.

Potamogetoneae.

Zostera marina L. Zaole bei Triest, im Schlamme der Salinen.

Ruppia rostellata Koch. In der Umgebung der Mündungen des Karstflusses Timavo in das Meer bei S. Giovanni, in einer Bucht, die die nächste ist von S. Giovanni gegen Duino, auf dem nur bei hoher Fluth überschwemmten sehr seichten Meeresboden.

— *maritima* L. S. Elisabetha am Lido bei Venedig in einer Lache, die mit dem Meere in keiner Verbindung steht.

Aroideae.

Arum italicum Mill. Im Birnbaumer Walde westlich von Loitsch, schwarzer Hippuritenkalk.

Typhaceae.

Typha angustifolia L. Bagni von S. Giovanni bei Duino, im Schlamme der Süsswasser-Sümpfe.

Alismaceae.

Alisma ranunculoides L. Bagni bei S. Giovanni, im Schlamme der Süsswasser-Sümpfe.

Gramineae.

Lepturus cylindricus Trin. Stramare bei Triest, Damm der Salinen.

Lolium temulentum L. Zighino bei Woltschach, auf Äckern über Alluvial-Schotter.

Cynosurus echinatus Linn. S. Andree bei Triest, auf Schutt. — In der Umgebung des Porto Duino, auf Hippuritenkalk. — Stramare bei Triest, Schlamm der Salinen.

Agropyrum littorale (Host). Zaole und Stramare bei Triest, Schlamm und Dämme der Salinen.

Triticum villosum M. B. S. Andree bei Triest, auf Schutt.

Polypogon monspeliensis Dsf. S. Elisabetha am Lido bei Venedig, Sand.

Milium effusum L. Haasberg bei Planina, Dolomit des Hippuritenkalkes.

Alopecurus agrestis L. Am Karste bei Bassoviza, über Nummulitenkalken.

Phleum pratense L. Zaole und Stramare bei Triest. Schlamm und Dämme der Salinen.

Phalaris paradoxa L. S. Andree bei Triest, Schutt.

Sesleria sphaerocephala Ard. Krn nördlich von Tolmein, dolomitischer Dachsteinkalk. — Am Thörl pri Jezerich, an der Tičerza in der Wochein, dolomitischer Dachsteinkalk.

— *tenuifolia* Schrad. Am Nanos-Gebirge, an der Strasse nördlich von Lozice und S. Veith, weisser Hippuritenkalk.

— *coerulea* Ard. Nördlich von Kaltenfeld bei Planina, Dolomit des Hippuritenkalkes.

Dactylis glomerata L. Sand der Dünen am Lido bei Venedig. — S. Andree bei Triest, Schutt. — Stramare bei Triest, Dämme der Salinen.

Festuca tenuifolia Sibth. Rakitnig an der Poik, südlich von Adelsberg, Lehm der Felder über Hippuritenkalk.

— *pumila* Vill. Ledine am Terglou, über Dachsteinkalk und Dolomit der Trias. — Na Jezerci bei der Konšca in der Wochein, über Dachsteinkalk und Dolomit der Trias.

Melica ciliata L. Felsen am Meere bei Duino, Hippuritenkalk.

Lophochloa phleoides Vill. S. Elisabetha am Lido bei Venedig, Sand.

Bromus mollis L. S. Andree bei Triest, Schutt.

— *divaricatus* Rhod. An der Brücke über den Isonzo bei Görz, Kalkconglomerat.

Glyceria festucaeformis Heinh. Stramare bei Triest, Schlamm der Salinen.

Koeleria dactyloides Roch. Am Karste bei Bassoviza, Nummulitenkalk.

— *glauca* De C. Zaole und Stramare bei Triest, Schlamm und Dämme der Salinen. — S. Peter an der Poik, Hippuritenkalk.

Cyperoideae.

Carex alba Scop. Auf den Hügeln südlich von Loitsch, Hippuriten-Dolomit.

— *montana* L. Auf den Hügeln südlich von Loitsch, Hippuriten-Dolomit.

Pycreus flavescens P. B. Alluvionen des Veldeser Sees.

Schoenus mucronatus L. Dünen in der Umgebung des Porto Rosica bei Monfalcone, Sand.

Limnochloa parvula R. L. In der Umgebung der Mündungen des Karstflusses Timavo in das Meer bei S. Giovanni, in einer Bucht, die die nächste ist von S. Giovanni gegen Duino, auf dem nur bei hoher Fluth überschwemmten sehr seichten Meeresboden.

Irideae.

Iris graminea L. S. Michael bei Luegg, im Becken von Adelsberg, auf Felsen von weissem Hippuritenkalk.

Narcisseae.

Leucoium aestivum Linn. Wiesen der Unz im Becken von Planina, Lehm.

Juncaceae.

Tofieldia glacialis Gaud. Na Jezerci bei der Konšza in der Wochein, Dolomit der Trias.

Veratrum Lobelianum Brnh. Auf den Anhöhen nördlich von Kaltenfeld bei Planina, Dolomit des Hippuritenkalkes.

Sarmentaceae.

Smilax aspera L. Felsen am Meere bei Porto Duino, Hippuritenkalk.

Tamus communis L. Felsen am Meere bei Porto Duino, Hippuritenkalk.

Coronariae.

Lilium carniolicum Brnh. Anhöhen nördlich von Kaltenfeld bei Planina, Dammerde über Dolomit des Hippuritenkalkes. — Porsen bei Kirchheim, Kalk- und Thonschiefer.

— *bulbiferum* L. Monte Spaccato bei Triest, über Nummulitenkalk.

Asparagus tenuifolius Lam. Haasberg bei Planina, über Dolomit des Hippuritenkalkes, an Stellen wo grössere Anhäufungen von Dammerde vorhanden sind. — S. Peter an der Poik, an gleichen Stellen über Hippuritenkalk.

— *marinus* Clus. Stramare bei Triest, Dämme der Salinen.

Orchideae.

Nigritella angustifolia Rich. Na Pollana westlich von Deutschruth unter dem Hradische-Berg bei Grahova im Gebiete des Bača-Thales, Kalk- und Thonschiefer.

Orchis laxiflora Lam. Zaole bei Triest, Dämme der Salinen aus Sand und Gerölle.

Spiranthes aestivalis Rich. Wiesen im Gebiete des Canale Rosica bei Monfalcone, Süsswasser-Alluvionen.

Cephalanthera ensifolia Rich. Sibersche nördlich von Loitsch, Lehm und Schotter über Dolomit des Hippuritenkalkes.

Santalaceae.

Osyris alba L. In der Umgebung von Duino, über Hippuritenkalk. — Bagni bei S. Giovanni, westlich von Duino, Hippuritenkalk.

Thesium divaricatum Jan. S. Peter an der Poik, Nummuliten-Sandsteine. — Stramare bei Triest, Nummuliten-Sandsteine.

— *montanum* Ehrh. Haasberg bei Planina, Dolomit des Hippuritenkalkes.

Strobilaceae.

Juniperus communis L. Zwischen Loitsch und Martinhrib, schwarzer Hippuritenkalk.

Amentaceae.

Salix alba L. Wiesen der Unz bei Haasberg im Becken von Planina, Alluvial-Lehm.

Carpinus Duinensis Scop. Westlich bei Duino zwischen der Strasse und dem Meere über Hippuritenkalk.

Quercus Ilex L. Mit dem vorigen bei Duino, oberhalb des Porto Duino, über Hippuritenkalk.

— *pubescens* W. Südlicher Abhang des Nanos bei Lozice im Wipbach-Thale, Nummuliten-Sandsteine.

— *pedunculata* Ehrh. Pošenel nördlich von Loitsch, Dolomit des Hippuritenkalkes.

— *austriaca* W. Sagan im Becken von Adelsberg, Hippuritenkalk.

Aristolochiae.

Aristolochia pallida W. K. Auf den Hügeln südlich bei Loitsch, Hippuriten-Dolomit.

Asarum europaeum L. Im Walde bei Planina, Walderde über schwarzem Hippuritenkalk.

Plumbagineae.

Armeria alpina L. Kostjak am Krn, nördlich von Tolmein, Dachsteinkalk.

Caprifoliaceae.

Scabiosa longifolia W. Kit. Dedenpole, eine der Althammer-Alpen in der Wochein, Dachsteinkalk.

Asterocephalus graminifolius (L). Saviza-Steg unter dem Ursprunge, westlich vom Wocheiner See, Dachsteinkalk.

— *gramuntius* (L). In der Trenta bei Flitsch, Dolomit.

— *lucidus* (Vill.). Tošc im Terglou-Gebirge, Dachsteinkalk.

— *Hladnikianus* (Host). Porsen bei Kirchheim, Kalk- und Thonschiefer.

Succissa leucantha (L.) Felsen am Meere bei Duino, auf Hippuritenkalk.

Valeriana elongata Jacq. Na Jezerci bei der Konšza in der Wochein, Dolomit der Trias.

Rubiaceae.

Rubia peregrina L. S. Andree bei Triest, Schutt.

Sherardia arvensis L. Bagni bei S. Giovanni, westlich von Duino, Hippuritenkalk.

Compositae.

Centaurea amara L. Schloss Wipbach und Umgebung, Hippuritenkalk. — Čaun bei Schönpass, Jurakalk (Plassenkalk).

— *rochinensis* Balb. Modreiza bei S. Lucia im Tolmeinischen, Diluvial-Schotter (Kalk).

— *nervosa* W. Tošc im Terglou-Gebirge, Dachsteinkalk.

— *stricta* W. K. Südlicher Abhang des Nanos bei Lozice im Wipbach-Thale, Hippuritenkalk. — S. Ulrich am Karste bei Prewald, Nummulitenkalk und Sandstein.

— *variegata* Lam. Kostjak am Krn, nördlich von Tolmein, Dachsteinkalk. — Greben-Wrch nördlich von Wipbach, Jurakalk. — Südlicher

Abhang des Nanos bei Prewald, Schutt aus Hippuritenkalk. — (Forma Centaureae tuberosae Vis. simillima, tuberis carens) Porsen bei Kirchheim, Kalk- und Thonschiefer.

Centaurea Scabiosa L. *a)* Zipfel der Blätter breiter, die Wurzelblätter beinahe ungetheilt: Kamenza bei Woltschach tertiäre Gerölle, vorherrschend aus Kalk. — Am Ufer des Isonzo nördlich von Wottschach Diluvial-Schotter, vorherrschend aus Dachsteinkalk-Geröllen. — *b)* Zipfel der Blätter sehr schmal, auch die Wurzelblätter fiederspaltig: Oberhalb Schönpass im Wipbach-Thale auf Nummuliten-Sandsteinen. — Weichseldorf, zwischen Zoll und Podkraj, Nummuliten-Sandsteine.

— *sordida* W. auf dem halben Wege von Salcano, auf den M. Santo bei Görz, Schutt aus Nummuliten-Sandsteinen und Hippuritenkalken. (Ganz in der Nähe von Centaurea Scabiosa L. und nur entfernt konnte C. rupestris L. beobachtet werden.)

— *rupestris* L. Nördlich von Kaltenfeld, Anhöhen aus Dolomit des Hippuritenkalkes. — S. Peter an der Poik, Nummulitenkalk. — Bei Zoll nördlich von Wipbach, auf Jurakalk und Kalk-Conglomerat. — Auf den Abhängen unterhalb Zoll, vom Kalk auf Nummuliten-Sandsteine herabgeschwemmt.

— *adonidifolia.* Rchb. Bei Longera am Monte Spaccato bei Triest, dunkler Nummulitenkalk.

— *Karschtiana* Scop. Schlossmauern und Felsen von Duino, Hippuritenkalk.

— *cristata* Bert. Felsen am Meere bei Duino, Hippuritenkalk. — (Forma lanato floccosa) am Lido bei Venedig, Sand der Dünen.

Gnaphalium germanicum W. Schloss Wipbach, auf Hippuritenkalk. — In der Umgebung des Porto Rosica bei Monfalcone aus Sand und Geröllen bestehende Alluvionen des Meeres.

Micropus erectus L. Am Karste bei Longhera, Nummulitenkalk.

Anthemis Cota L. S. Andree bei Triest, Schutt.

Achillea atrata L. Na Jezerci bei der Konšza in der Wochein, Dolomit der Trias. — Ledine am Terglou, Dachsteinkalk.

— *odorata* L. S. Peter an der Poik, Nummulitenkalk.

Chrysanthemum montanum L. S. Peter an der Poik, Nummulitenkalk. — Čaun bei Schönpass im Wipbach-Thale, Jurakalk (Plassenkalk).

Arnica montana L. S. Peter an der Poik an der Grenze zwischen Nummuliten-Sandsteinen und Kalken.

Carpesium cernuum L. Im Bača-Thale unterhalb Podmeuz im Tolmeinischen (800′ M.H.) Alluvionen des Bača-Flusses. — Beim Želin südwestlich von Kirchheim, am Zusammenflusse der Cirkniza mit der Idria (740′ M. H.) Alluvionen des Thales. — Im Tominska-Thale auf den östlichen Abhängen des Merzli-Wrch (3300′ M.H.) über Kalk- und Thonschiefern. (Am letzten Standorte sehr häufig, an den beiden ersten nur sehr vereinzelt.)

Inula squarrosa L. Zaole bei Triest, Dämme der Salinen.

— *ensifolia* L. Südliche Abhänge des Nanos, Hippuritenkalk.

Diplopappus annuus Cass. Um Görz auf Nummuliten-Sandsteinen.

Cineraria aurantiaca Hoppe. Nördlich von Belopolje am Terglou, am Fusse der Dachsteinkalkwände.

— *aurantiaca* Hoppe. β. *lanata*. Čaun bei Schönpass, Jurakalk (Plassenkalk). — Slavnik bei Materia, Nummulitenkalk.

— *campestris* Rch. Berge bei S. Peter an der Poik, an der Grenze zwischen Nummuliten-Sandsteinen und Kalken, in Gesellschaft der Cineraria arachnoidea Rchb.

— *arachnoidea* Rchb. Berge bei S. Peter an der Poik, an der Grenze zwischen Nummuliten-Sandsteinen und Kalken, in Gesellschaft der vorigen.

Senecio erraticus Bertol. Wiesen der Unz im Becken von Planina, Lehm. — Anhöhen nördlich von Kaltenfeld bei Planina, Dolomit des Hippuritenkalkes.

Cichorium Intybus L. Wiesen der Unz im Becken von Planina, Lehm.

Apargia tergestina Hoppe. In der Umgebung des Bahnhofes bei Adelsberg, Hippuritenkalk. — Bei Sagan im Becken von Adelsberg, Hippuritenkalk. — Schloss Wipbach, Hippuritenkalk. — M. Santo bei Görz, Hippuritenkalk.

Leontodon hastilis L. Im Nanos-Gebirge nördlich von S. Veith und Lozice, Hippuritenkalk.

— *Berinii* Bartl. Čaun bei Schönpass, Jurakalk- (Plassenkalk-) Wand bei Vitulje.

Helminthia echioides Gärtn. S. Andree bei Triest, Schutt.

Barkhausia cernua (Ten). Zaole bei Triest, Salinen-Schlamm. — Lido bei Venedig, Sand der Dünen.

— *setosa* DC. Rakitnig an der Poik bei Adelsberg, Lehm der Felder über Hippuritenkalk. — Zaole bei Triest, Nummuliten-Sandsteine.

Crepis chondrilloides Jacq. Zwischen Bassoviza und Longera am Karste bei Triest, auf Nummuliten- und Hippuriten-Kalken. — Čaun bei Schönpass, Jurakalk (Plassenkalk). — Schloss Wipbach, Hippuritenkalk.

— *hyoseridifolia* Rchb. Ledine am Terglou, Dachsteinkalk.

— *blattarioides* Rchb. Tošc im Terglou-Gebirge, Dachsteinkalk.

Geracium chondrilloides (Jacq.). Nördlich von Belopolje am Terglou, Dachsteinkalk.

Hieracium pilosellaeforme Hoppe. S. Ulrich am Karste bei Prewald, bebauter Boden über Nummulitenkalken.

— *rupestre* All. Siberše bei Loitsch, Dolomit des Hippuritenkalkes.

— *villosum* L. Čaun bei Schönpass, Jurakalk (Plassenkalk). — Na Pollana westlich von Deutschruth unter dem Hradische-Berg im Gebiete des Bača-Thales, Dolomit.

— *florentinum* Gaud. Haasberg bei Planina, Dolomit des Hippuritenkalkes. — Im Nanos-Gebirge nördlich von S. Veith und Losize im Wipbach-Thale, Hippuritenkalk-Schutt. — M. Spaccato bei Triest, Nummuliten-Sandstein. — S. Elisabetha am Lido, Sand.

— *angustifolium* Hoppe. Grasige Stellen des Čaun bei Schönpass, Dammerde-Anhäufungen über Jurakalk.

— *glabratum* Hoppe. Matajur südlich von Karfreit, Hippuritenkalk.

Taraxacum laevigatum DC. Ledine am Terglou, Dachsteinkalk.

Lactuca perennis L. Südlicher Abhang des Nanos, nördlich von Lozice und S. Veith im Wipbach-Thale, Hippuritenkalk.

Sonchus maritimus L. Zaole bei Triest, Dämme der Salinen.

Scorzonera villosa Scop. Rakitnig an der Poik, im Becken von Adelsberg, auf Lehm und dem darunter lagernden Hippuriten. — Im Nanos-Gebirge an der Strasse nördlich von S. Veith um Lozice, Hippuritenkalk. — Schloss Wipbach, Hippuritenkalk.

— *rosea* W. Kit. Porsen bei Kirchheim, Kalk- und Thonschiefer.

Homogyne silvestris H. Cassin. An der Strasse südlich von Schwarzenberg, Dolomit des Hippuritenkalkes. — Siberše nördlich von Loitsch, Dolomit des Hippuritenkalkes.

Carduus leucographus L. S. Andree bei Triest, Schutt.

— *arctioides* Willd. Wrata za černou Gorou, in der Wochein, braune im Dachsteinkalke eingelagerte Schiefer.

Cirsium Erysithales Scop. Haasberg bei Planina, Dolomit des Hippuritenkalkes.

Rhaponticum scariosum DeC. Unter dem Tičerza-Thörl pri Jezerich, in der Wochein, an Wänden über Dachsteinkalk-Schutt.

Serratula tinctoria L. Wiesen des Kostjak am Krn nördlich von Tolmein, rothe Kalkmergel (der Kreide).

— *Vulpii* Fischer Oster. Südlicher Abhang des Stou (na Stole), westlich von Karfreit, Wiesen über Dachsteinkalk.

Jurinea mollis L. Um Bassoviza und Longera am Karste bei Triest, über Nummuliten- und Hippuriten-Kalk.

Echinops Ritro L. Südliche Abhänge des Nanos bei Prewald, Hippuritenkalk.

Campanulaceae.

Phyteuma cordatum Vill. Krn nördlich von Tolmein, dolomitischer Dachsteinkalk. — Ledine am Terglou, Dachsteinkalk.

Campanula Zoysii Wulf. Wratni Wrch, Černala und Rombon im Flitscher Gebirge, Dachsteinkalk. — Tičerza-Thörl pri Jezerich in der Wochein, Dachsteinkalk. — Abanza-Thörl bei der Konšza in der Umgebung des Terglou, Dolomit der Trias. — Černaprst, südlich in der Wochein, Dachsteinkalk.

— *carnica* Schiede. Na Pollana westlich von Deutschruth im Gebiete des Bača-Thales, dolomitische, hornsteinführende Kalke.

— *caespitosa* Scop. Abanza-Thörl bei der Konšza im Terglou-Gebirge, Dolomit der Trias.

— *patula* L. Wand bei Modrea, Gegend von S. Lucia im Tolmeinischen, dünngeschichteter Kalk mit Hornsteinen. — Stou's Gräthe „pod Baba" bei Karfreit, dolomitischer Dachsteinkalk.

— *cervicaria* L. Südlich von Loitsch, Dolomit des Hippuritenkalkes. — Porsen bei Kirchheim, Kalk- und Thonschiefer.

— *Rapunculus* L. Schloss Wipbach, Hippuritenkalk.

— *thyrsoidea* L. Südliche Abhänge des Stou, westlich von Karfreit, Dachsteinkalk.

— *spicata* L. Felsen an der Poststrasse unterhalb S. Antonio bei Karfreit, Dachsteinkalk.

Ajuga Chamaepitys Schreb. Bagni bei S. Giovanni westlich von Duino, Hippuritenkalk. — Monte Santo bei Görz, Hippuritenkalk.

Teucrium Botrys L. Dobraz, zwischen Ronzina und Sella am Isonzo, lehmige Erde über Hippuritenkalk.

— *Chamaedrys* L. Lido bei Venedig, Sand der Dünen.

— *flavum* L. Felsen am Meere bei Duino, Hippuritenkalk.

— *montanum* L. In der Umgebung des Monte Spaccato auf Nummulitenkalken. — Schloss Wipbach, Hippuritenkalk. — Nanos bei Prewald, Hippuritenkalk.

Scorodonia heteromalla Mnch. Zwischen Otáleš und Deviza im Idria-Thale, südlich von Kirchheim, bunter Sandstein.

Nepeta nuda L. Idria di Canale bei Canale, am Isonzo, Mergel und Sandsteine der Kreideformation.

Stachys recta L. Lido bei Venedig, Sand der Dünen.

— *maritima* L. Dünen in der Umgebung von Porto Rosica bei Monfalcone, Sand und Gerölle.

— *salviaefolia* Tenore. Bagni bei Monfalcone, über Alluvionen an der Strasse nach Monfalcone.

Acinos thymoides Longera am Karste bei Triest, Nummulitenkalk.

Calamintha thymifolia (Scop). Wände an der Poststrasse unterhalb S. Antonio bei Karfreit, Dachsteinkalk.

— *grandiflora* Mnch. Bei Podkraj im Birnbaumerwalde an der Strasse, schwarzer Hippuritenkalk. — Gritscha im Kouk nördlich von Wipbach oolithischer Jurakalk. — Südlich bei Šebrelje südwestlich von Kirchheim, Gesteine der pietra verde. — Westliche Abhänge des Černi Wrch nördlich von Nowake bei Kirchheim.

Prunella vulgaris L. *β. pinnatifida.* Bagni bei S. Giovanni, westlich von Duino, im Schlamme der Süsswasser-Sümpfe der Umgegend.

Salvia Sclarea L. S. Andree bei Triest, Schutt.

Vitex Agnus castus L. Am felsigen Meerstrande zwischen Duino und S. Giovanni, Hippuritenkalk.

Asperifoliae.

Echium vulgare L. Südlich von Loitsch, Hügel aus Dolomit des Hippuritenkalkes. — Strane östlich am Nanos, im Becken von Adelsberg, Hippuritenkalk, Schutt.

Onosma stellulatum W. K. Südlicher Abhang des Nanos bei Lozice und S. Veith im Wipbach-Thale, über Nummuliten-Sandsteinen.

Omphalodes verna Mnch. Wegmacher-Hütten am Karste zwischen Loitsch und Ober-Laibach, schwarzer Hippuritenkalk.

Eritrichium nanum Schrad. Krn, nördlich von Tolmein, Dachsteinkalk. — Ledine am Terglou, Dachsteinkalk.

Convolvulaceae.

Convolvulus sepium L. bei S. Giovanni, westlich von Duino, im Gebüsch über Hippuritenkalk.

Convolvulus Soldanella L. Dünen in der Umgebung von Porto Rosica bei Monfalcone, Sand.
— *cantabrica* L. Bagni bei S. Giovanni, Hippuritenkalk.

Polygalaceae.

Polygala nicaeensis Risso. S. Ulrich am Karste bei Prewald, Nummulitenkalk.

Personatae.

Euphrasia tricuspidata L. Auf der Halde des Bleibergbaues bei Raibl, bleiführender dolomitischer Kalk.

Pedicularis verticillata L. Porsen bei Kirchheim, westliche Gräthe, Kalk- und Thonschiefer.
— *rostrata* L. Pod rudečim robu am Slieme-Wrch, nördl ch von Tolmein, rothe Mergel- und grünliche Sandsteine.
— *tuberosa* L. Stou, westlich von Karfreit, Dachsteinkalk.
— *Friederici Augusti* Tommasini. Slavnik bei Materia, Nummulitenkalk.
— *recutita* L. Wrata za Černou Gorou, in der Wochein, in der Umgegend der Černaprst, braune, im Dachsteinkalke eingelagerte Schiefer.
— *Haquetii* Graf. Kostjak am Krn, nördlich von Tolmein, Dachsteinkalk.

Veronica arvensis L. Auf den Hügeln südlich von Loitsch, Lehm über Dolomit des Hippuritenkalkes.
— *aphylla* L. Pri rudečim robu am Slieme-Wrch, nördlich von Tolmein, auf Dachsteinkalk, rothen Mergeln und grünlichen Sandsteinen.
— *austriaca* L. S. Ulrich am Karste bei Prewald, Nummulitenkalk.
— *fruticulosa* L. Südlicher Abhang des Kukberges am Matajur, Hippuritenkalk.

Paederota Ageria L. Zighino bei Woltschach, Wände aus tertiärem Conglomerat. — Pri rudečim robu am Slieme Wrch, rothe Mergel- und grünliche Sandsteine.

Verbascum sinuatum Lam. Lido bei Venedig, Sand der Dünen.

Solanaceae.

Scopolina atropoides Schult. In der Mündung der Poikhöhle bei Planina, Lehm über Hippuritenkalk. — In den kesselförmigen Vertiefungen des Karstes nördlich von Loitsch, Lehm. — Im Thale Novi swet, westlich von Loitsch, südlich von Hotederžic, Lehm der Kessel über Hippuritenkalk.

Plantagineae.

Plantago Lagopus L. Lido bei Venedig, Sand.
— *sericea* W. K. Haasberg bei Planina, Dolomit des Hippuritenkalkes.
— *carinata* Schrad. Stramare bei Triest, Hügel aus Nummuliten-Sandsteinen. — Haasberg bei Planina, Dolomit des Hippuritenkalkes.
— *arenaria* W. Kit. Dünen in der Umgebung des Porto Rosica bei Monfalcone, Sand.

Lysimachiaceae.

Androsace villosa L. Thörl an der Tičerza ober den Alpen pri Jezerich in der Wochein, Dachsteinkalk.

Anagallis arvensis L. Porto Rosica bei Monfalcone, Dünensand. — Am Slavnik und dessen Umgebung bei Materia, Hippuriten- und Nummulitenkalk.

Samolus Valerandi L. Stramare bei Triest, Schlamm der Salinen.

Contortae.

Gentiana obtusifolia W. Ledine am Terglou, Dachsteinkalk.

— *pumila* Jacq. Krn, nördlich von Tolmein, Dachsteinkalk.

— *nivalis* L. Gräthe des Rombon bei Flitsch, lehmiger Boden über Dachsteinkalk.

— *utriculosa* L. Anhöhen südlich von Loitsch, Lehm auf Dolomit des Hippuritenkalkes.

— *angustifolia* Gris. Porsen bei Kirchheim, westliche Gräthe, Kalk- und Thonschiefer.

— *lutea* L. Südlicher Abhang des Stou, westlich von Karfreit. Dachsteinkalk.

Apocynum venetum L. Dünen in der Umgebung des Porto Rosica bei Monfalcone, Sand.

Umbelliferae.

Echinophora spinosa L. Lido bei Venedig, Sand. — Dünen in der Umgebung des Porto Rosica, Sand.

Malabaila Hacquetii Tausch. Haasberg bei Planina, Dolomit des Hippuritenkalkes.

Smyrnium perfoliatum Mill. S. Giovanni bei Duino, Süsswasser-Alluvionen.

Anthriscus nodosa Spr. S. Giovanni bei Duino, Hippuritenkalk.

Myrrhis odorata Spr. nördlich von Kaltenfeld bei Planina über Dolomit des Hippuritenkalkes.

Molopospermum cicutarium DC. Matajur, südlich von Karfreit, Hippuritenkalk.

Orlaya grandiflora Hoffm. Oberfeld, nördlich bei Wipbach, Felsen des Hippuritenkalkes.

Laserpitium peucedanoides L. Na Pollana, westlich von Deutschruth im Gebiete des Bača-Thales, auf Hornsteinen der Kalk- und Thonschiefer. — Pri rudečim robu am Slieme-Wrch, nördlich von Tolmein, rothe Mergel- und grünliche Sandsteine. — Kostjak am Krn, nördlich von Tolmein, Dachsteinkalk. — Stou, westlich von Karfreit, Dachsteinkalk. — Zwischen dem Černala und dem Rombon im Flitscher Gebirge, Dachsteinkalk.

Pteroselinum Rablense Rchb. In der Bausza bei der Flitscher Klause, Dachsteinkalk-Schutt.

Oreoselinum legitimum M. B. Abhänge bei Coritenza, nördlich von Flitsch, Wiesen über Kiesel-Conglomeraten.

Ferula Ferulago L. Rakitnig an der Poik, Lehm der Äcker. — Nördlich von Schönpass, Nummuliten-Sandsteine.

Oenanthe Lachenalii Gmel. Porto Rosica bei Monfalcone, Kalkgerölle des Meeresstrandes.

Libanotis daucifolia Host. Am Eingange in die Grotte bei Planina, Schutt aus schwarzem Hippuritenkalke.

Crithmum maritimum L. Felsen am Meere bei Duino, Hippuritenkalk.

Trinia Henningii M. B. S. Ulrich am Karste bei Prewald, Nummulitenkalk. — Longera am Karste bei Triest, Nummulitenkalk.

Hladnikia pastinacaefolia Rchb. Čaun oberhalb Schönpass, auf zerbröckeltem Jurakalk (Plassenkalk).

Carum Carvi L. S. Peter an der Poik, Nummuliten-Sandstein.

Bupleurum graminifolium Vahl. Černaprst in der Wochein, Dachsteinkalk. — Tičerza-Thörl ober den Alpen pri Jezerich in der Wochein, Dachsteinkalk. — Rombon im Flitscher Gebirge, Dachsteinkalk.

— *caricifolium* W. S. Ulrich am Karste bei Prewald, Nummulitenkalk.

Haquetia Epipactis (Neck). Hügel südlich bei Loitsch, Dolomit des Hippuritenkalkes.

Astrantia carniolica Wulf. Tribuša im Idria-Thale, Dolomit der Trias. — Recca Rauna bei Kirchheim, Dolomit der Trias. — Poliza bei Kirchheim, Dolomit der Trias. — Pod kukam im Tominska-Thale nördlich von Tolmein, dolomitischer Dachsteinkalk.

— *carinthiaca* Hoppe. Koštjak am Krn, nördlich von Tolmein, lehmige Erde über Dachsteinkalk. — Am Slieme-Wrch, nördlich von Tolmein, Dachsteinkalk. — Matajor, südlich von Karfreit, Hippuritenkalk. — Tošc am Terglou, in der Wochein, Dachsteinkalk. — Zuerst hielt ich diese Pflanze für *Astrantia gracilis* Bartling. Dafür wurde sie auch von Herrn Ritter von Tommasini, nach brieflichen Mittheilungen anerkannt. Wegen der bisher sehr mangelhaften Beschreibung der *Astrantien*, und da ich kein Original-Exemplar der *A. gracilis* vergleichen konnte, stelle ich diese Pflanze als eine sehr constante, und zu der *A. carniolica* einen auffallenden Gegensatz bildende Form vorläufig zu *A. carinthiaca* Hoppe.

Eryngium maritimum L. Dünen in der Umgebung des Porto Rosica bei Monfalcone, Sand.

Rhamneae.

Paliurus aculeatus Lam. Zaole bei Triest, Nummuliten-Sandstein. — Duino, Hippuritenkalk. — Schloss Wipbach und Umgebung, Hippuritenkalk.

Rhamnus saxatilis L. Zwischen Loitsch und Martinhrib, Hippuritenkalk.

— *pumilus* L. Slavnik bei Materia, Nummulitenkalk.

— *alpinus* L. Im Birnbaumer Walde, westlich von Loitsch, schwarzer Hippuritenkalk.

Terebinthaceae.

Pistacia vera L. Felsen am Meere bei Duino, Hippuritenkalk.

Rhus Cotinus L. Rebernice, südlicher Abhang des Nanos, Hippuritenkalk.

Papilionaceae.

Trifolium gracile Thuill. Schloss Wipbach, Hippuritenkalk.

— *angustifolium* L. Zaole bei Triest, auf Nummuliten-Sandsteinen.

— *ochroleucum* L. Idria di Canale, westlich oberhalb Canale, auf Macigno-Mergeln und Sandsteinen.

— *noricum* Wulf. Černa prst, auf Schiefern, die im Dachsteinkalke eingelagert sind, häufiger als am Dachsteinkalke, und da auch nur über Dammerde-Anhäufungen.

— *nigrescens* Viv. Zaole bei Triest, Schlamm der Salinen.

Melilotus parviflora Dsf. S. Andree bei Triest, Schutt.

— *Petitpierrana* W. Stramare bei Triest, Nummuliten-Sandsteine.

Medicago lupulina L. Longera am Karste bei Triest, Nummulitenkalk.

— *mollissima* Roth. Lido bei Venedig, Sand der Dünen. — Dünen in der Umgebung des Porto Rosica bei Monfalcone, Sand.

— *marina* Lob. Lido bei Venedig, Sand der Dünen. — Dünen in der Umgebung des Porto Rosica bei Monfalcone, Sand.

— *Pironae* Vis. Medicago rupestris. Pirona. (In Programma del Ginnasio Liceale di Udine 1855 „Florae Forojuliensis syllabus a J. A. Pirona, Pag. 41.") Bei Modrea zwischen S. Lucia und Tolmein an einer Wand, über welche ein Wasserfall herabstürzt, rechts am Wege von Modrea nach Tolmein, über hornsteinführenden dünngeschichteten Kalken.

— *prostrata* Jacq. Stramare bei Triest, Nummuliten-Sandsteine. — Longera am Karste bei Triest, Nummulitenkalk.

Phaca australis L. Pri rudečim robu am Slieme-Wrch bei Tolmein, rothe Mergel.

Oxytropis montana De C. Krn, nördlich von Tolmein, Dachsteinkalk. — Pri rudečim robu am Slieme-Wrch, nördlich von Tolmein, rothe Mergel. — Südlicher Abhang des Rombon im Flitscher Gebirge, Dachsteinkalk.

Astragalus vesicarius L. Südlicher Abhang des Nanos bei Prewald, Hippuritenkalk. — Berge bei S. Peter an der Poik, Hippuritenkalk. — Čaun bei Schönpass, Jurakalk- (Plassenkalk-) Wand bei Vitulje.

Colutea arborescens L. In der Umgebung von S. Giovanni und Duino, Hippuritenkalk.

Anthyllis Dillenii Schult. Bagni S. Giovanni bei Duino, Hippuritenkalk. — Čaun bei Schönpass, Jurakalk.

— *montana* L. Slavnik bei Materia, Nummulitenkalk. — Auf dem Nanosgebirge, Hippuritenkalk.

Genista sagittalis L. Goriče bei Prewald, im Becken von Adelsberg, Nummuliten-Kalkmergel.

— *tinctoria* L. Südlich am M. Kuk in der Umgebung des Matajur, Macigno-Mergel. — S. Michael bei Luegg, im Becken von Adelsberg, Hippuritenkalk.

— *sericea* Wulf. Zwischen Longera und Bassoviza am Karste bei Triest, Nummulitenkalk und Hippuritenkalk. — Slavnik bei Materia, Nummulitenkalk. — Südliche Abhänge des Nanos, Hippuritenkalk.

Genista silvestris Scop. Zwischen Longera und Bassoviza am Karste bei Triest, Nummulitenkalk und Hippuritenkalk. — Monte Spaccato bei Triest, Nummulitenkalk. — Slavnik bei Materia, Nummulitenkalk. — Bei Zoll, nördlich von Wipbach, auf Jurakalk und Conglomerat. — Südliche Abhänge des Nanos bei Prewald, Hippuritenkalk.

— *germanica* L. Haasberg bei Planina, Dolomit des Hippuritenkalkes. — Anhöhen südlich von Loitsch, Hippuriten-Dolomit.

Cytisus argenteus L. Felsen am Meere bei Duino, Hippuritenkalk.

— *purpureus* Scop. Haasberg bei Planina, Dolomit des Hippuritenkalkes.

Vicia sylvatica L. Kamenza bei Woltschach, tertiärer Schotter aus Kalk- und Hornsteinen.

— *grandiflora* Scop. Zwischen Duino und S. Giovanni, auf Hippuritenkalk.

Orobus variegatus Tenore. S. Ulrich am Karste bei Prewald, bebauter Boden über Nummulitenkalken.

— *tuberosus* L. Anhöhen südlich von Loitsch, Lehm über Dolomit des Hippuritenkalkes.

— *niger* L. Goriče bei Prewald an der Nanošiza, im Becken von Adelsberg, Nummuliten-Sandsteine und Mergel.

Hippocrepis comosa L. Anhöhen südlich von Loitsch, Dolomit des Hippuritenkalkes. — S. Giovanni bei Duino, Hippuritenkalk.

Arthrolobium scorpioides Desv. Stramare bei Triest, Nummuliten-Sandsteine.

Coronilla vaginalis Lam. Siberche nördlich von Loitsch, Dolomit des Hippuritenkalkes.

— *Emerus* L. Rebernice am Nanos bei Prewald, Hippuritenkalk-Schutt.

Corniculatae.

Saxifraga tridactylites L. S. Peter an der Poik, Lehm über Hippuritenkalk. — Bei Loitsch, Lehm über schwarzem Hippuritenkalke.

— *petraea Pona* L. Einfluss der Unz im Becken von Planina, Hippuritenkalk. — Mündung der Poikhöhle bei Planina, Hippuritenkalk und Lehm. — Südlicher Abhang des Kuk in der Umgebung des Matajur, Hippuritenkalk. — Wand bei Modrea, zwischen S. Lucia und Tolmein, dünngeschichteter hornsteinführender Kalk. — Matajur am Eingange einer kleinen Höhle, auf Tropfstein.

— *rotundifolia* L. Südlich von Schwarzenberg an der Strasse nach Zoll und Wipbach, Dolomit des Hippuritenkalkes.

— *Hohenwartii* Vest. Rombons Scharte im Flitscher Gebirge, Dachsteinkalk. — Krn, nördlich von Tolmein, Dachsteinkalk.

tenella Wulf. Lom di Tolmino über S. Lucia an der Idria im Tolmeinischen, Hippuritenkalkwand. — Krn, nördlich von Tolmein, Dachsteinkalk.

— *oppositifolia* L. Krn, nördlich von Tolmein, Dachsteinkalk.

— *squarrosa* Sieb. In der Trenta bei Flitsch, Dolomit. — Na Jezerci bei der Konšza im Terglou-Gebirge, Dolomit der Trias.

Portulaccaceae.

Polygonum maritimum L. Dünen in der Umgebung des Porto Rosica bei Monfalcone. Sand.

Portulacca oleracea L. Lido bei Venedig, Dünen-Sand.

Aizoideae.

Salsola Soda L. Lido bei Venedig, Sand.

Tamarix gallica L. Dünen in der Umgebung des Porto Rosica bei Monfalcone, Sand.

Rosaceae.

Potentilla nitida Linn. Krn, nördlich bei Tolmein, Dachsteinkalk. — Ledine am Terglou, Dachsteinkalk.

— *alba* L. Berge, nördlich von Kaltenfeld bei Planina, Dolomit des Hippuritenkalkes.

— *Clusiana* Murr. Pri rudečim robu am Slieme-Wreh, nördlich von Tolmein, rothe Mergel. — Na Jezerci bei der Konšza, Terglou-Gebirge, Dolomit der Trias.

— *pedata* W. Bagni bei S. Giovanni, westlich von Duino, Hippuritenkalk.

Alchimilla alpina L. Krn, nördlich von Tolmein, Dachsteinkalk. — Matajur, südlich von Karfreit, Hippuritenkalk und Dachsteinkalk.

Poterium Sangvisorba L. Anhöhen südlich von Loitsch, Dolomit des Hippuritenkalkes. Siberše, nördlich von Loitsch, Dolomit des Hippuritenkalkes. — Lido bei Venedig, Sand.

Sangvisorba officinalis L. Wiesen der Unz im Becken von Planina, Lehm.

Aremonia Agrimonioides Neck. In der Umgebung von Loitsch über Hippuritenkalk.

Rosa alpina L. An der Mündung der Poikhöhle bei Planina, Hippuritenkalk.

— *sempervirens* L. Bagni zwischen S. Giovanni und Monfalcone, Hippuritenkalk.

Crataegus monogyna Jacq. (fl. rosei) Ubelsku, östlich am Nanos, im Becken von Adelsberg, Nummuliten-Sandsteine.

Onagreae.

Punica Granatum L. S. Giovanni bei Duino, Hippuritenkalk.

Tedradynamae.

Cakile maritima L. Dünen in der Umgebung des Porto Rosica bei Monfalcone, Sand.

Thlaspi praecox Wulf. Anhöhen nördlich von Kaltenfeld, bei Planina, Dolomit des Hippuritenkalkes. — S. Peter an der Poik, Nummulitenkalk.

Biscutella laevigata L. S. Ulrich am Karste bei Prewald, bebauter Boden über Nummulitenkalk. — Wratni Wrch, im Flitscher Gebirge, Dachsteinkalk. — Na Jezerci bei Konšza, Terglou-Gebirge, Dachsteinkalk.

Noccaea alpina (L.) Krn, nördlich von Tolmein, Dachsteinkalk. — Ledine am Terglou, Dachsteinkalk. — Na Jezerci bei der Konšza, Terglou-Gebirge, Dolomit der Trias.

Noccaea rotundifolia (L.) Ledine am Terglou, Dachsteinkalk

— *cepeaefolia* (Wulf). Auf der Halde des Bleibergbaues bei Raibl, bleiführender dolomitischer Kalk.

Petrocallis pyrenaica R. Br. Krn, nördlich von Tolmein, Dachsteinkalk. — Tičerza Thörl oberhalb der Alpen pri Jezerich in der Wochein, Dachsteinkalk. — Na Jezerci bei der Konšza im Terglou-Gebirge, Dolomit der Trias.

Alyssum Wulfenianum Brnh. Krn, nördlich von Tolmein, höchste Spitze, Dachsteinkalk.

Cardamine hirsuta L. Im Birnbaumerwald westlich von Loitsch, schwarzer Hippuritenkalk. — Räuber-Commando, zwischen Planina und Adelsberg an der Strasse, Lehm auf Hippuritenkalk.

Arabis arenosa Scop. Nördlich von Kaltenfeld bei der Capelle S. Lorenzen. Dolomit des Hippuritenkalkes.

— *rochinensis* Spr. Von Černala bis auf den Rombou im Flitscher Gebirge, zerstreut, Dachsteinkalk. — Tičerza-Thörl ober den Alpen pri Jezerich in der Wochein, Dachsteinkalk.

— *alpina* L. Am Eingange in die Poikhöhle bei Planina, auf Kalkgeröllen.

Cheiranthus Cheiri L. Felsen am Meere bei der Ruine Duino, Hippuritenkalk.

Barbarea arcuata Rchb. Wiesen am Einflusse der Unz im Becken von Planina, Lehm. — Im Becken von Loitsch, auf Lehm.

Nasturtium Lippizense De C. Cameralwald bei Planina, schwarzer Hippuritenkalk. — Rakitnig bei Adelsberg, Hippuritenkalk. — Longera am Karste bei Triest, Nummuliten- und Hippuritenkalk.

Papaveraceae.

Glaucium luteum Scop. Porto Rosica bei Monfaleone, Damm des Canals, Kalkgerölle mit Lehm.

Papaver alpinum L. Ledine am Terglou, Dachsteinkalk.

Violaceae.

Viola stagnina Kit. Südlich von Loitsch auf Hügeln von Dolomit des Hippuritenkalkes über Lehm.

Cistineae.

Helianthemum alpestre Rchb. Porsen bei Kirchheim, Kalk- und Thonschiefer. — Krn, nördlich von Tolmein, Dachsteinkalk.

— *vulgare* Gärtn. Südlich von Loitsch, auf Hügeln von Dolomit des Hippuritenkalkes, über Lehm.

Ranunculaceae.

Ranunculus Traunfellneri Hoppe. Pri rudečim robu am Slieme-Wrch, nördlich von Tolmein, rothe Mergel und Dachsteinkalk.

— *lanuginosus* L. In Wäldern um Loitsch über Hippuritenkalken.

Thalictrum Jacquinianum Koch. Longera am Karste bei Triest Nummulitenkalk.

Hepatica triloba L. Pošenel, nördlich von Loitsch, Dolomit des Hippuritenkalkes.

Clematis Viticella L. Zaole bei Triest, im Gebüsch über Nummuliten-Sandsteinen — S. Giovanni bei Duino, über Süsswasser-Alluvionen.

Aconitum tenuifolium Host. Dorf Krn und Umgebung, nördlich von Tolmein, Kreide-Mergel. (Siehe v. Tomasini Fl. Regensburg 1837, 1. Seite 72.)

Helleborus viridis L. Hügel, südlich von Loitsch, Lehm über Dolomit des Hippuritenkalkes.

Aquilegia nigricans Bmg. Südlicher Abhang des Nanos bei Prewald, Hippuritenkalk. — Na Jezerci bei der Konšza in der Wochein, Dolomit der Trias.

— *pyrenaica* DeC. In der Trenta bei Flitsch, Dolomit.

Rutaceae.

Euphorbia Peplis L. Lido bei Venedig, Sand der Dünen.

— *litterata* Jacq. Dünen in der Umgebung des Porto Rosica bei Monfalcone, Sand.

— *Paralias* L. Lido bei Venedig, Sand der Dünen.

— *carniolica* Jacq. Südlich und südöstlich von Loitsch, mit Aremonia Agrimonioides Neck. schwarzer Hippuritenkalk.

— *amygdaloides* L. Südlich von Loitsch, Dolomit des Hippuritenkalkes.

Mercurialis ovata Hoppe Gipfel des Haasberges bei Planina, Dolomit des Hippuritenkalkes.

Ruta divaricata Ten. S. Michael bei Luegg, im Becken von Adelsberg, Hippuritenkalk. — Monte Spaccato bei Triest, Nummulitenkalk

Sapindaceae.

Tribulus terrestris L. Lido bei Venedig, Sand der Dünen.

Acer Pseudoplatanus L. Gemeinde Siberše, nördlich von Loitsch zerstreut und einzeln stehend, Dolomit des Hippuritenkalkes.

Malvaceae.

Malva moschata L. *β. laciniata.* Südlich von Schwarzenberg, auf der Strasse nach Zoll und Wipbach, Dolomit des Hippuritenkalkes.

— *Bismalva* Bernh. Kamenza bei Woltschach, tertiärer Schotter aus hornsteinführenden Kalken.

Geraniaceae.

Erodium maritimum Sm. Lido bei Venedig, Dünensand.

Geranium lucidum L. Berge um S. Peter an der Poik, Hippuritenkalk.

— *macrorrhizon* L. Schutt an der Wand bei Modrea zwischen S. Lucia und Tolmein, dünngeschichteter hornsteinführender Kalk.

— *nodosum* L. Einfluss der Unz im Becken von Adelsberg, Hippuritenkalk. — Im Birnbaumer Walde westlich von Loitsch, schwarzer Hippuritenkalk. — Korenica bei Žermelice südöstlich von Prewald, schwarzer Hippuritenkalk.

— *argenteum* L. Černaprst im Süden der Wochein, schwarzbraune Schiefer im Dachsteinkalke eingelagert. — Pri rudečim robu am Slieme-Wrch, nördlich von Tolmein, rothe Mergel, und Dammerde über Dachsteinkalk.

Caryophyllaceae.

Möhringia villosa (Wulf.) und *β. glabrata* Freyer. In den nach Süden abfallenden steilen Wänden des Porsen (Borsen, Borodin) bei Göriach und Puče, nördlich von Kirchheim, östlich von Tolmein. Die erste Form über Kalkschiefer, die zweite über Thonschiefer. Es ist sehr wahrscheinlich, dass diese Pflanzen auch in der östlichen Fortsetzung der Gesteine in der Gegend von Zara und Daine auf ähnlichen Standorten zu finden sein werden.

Sabulina tenuifolia L. Südlich von Loitsch auf Hügeln des Hippuriten-Dolomites.

— *laricifolia* (L.) Reich. Jcon Fl. G. & H. CCXII f. 4933. Bausza bei der Flitscher Klause, Dachsteinkalk-Schutt.

Facchinia lanceolata Rchb. *Alsine lanceolata* M. K. Pri rudečim robu am Slieme-Wrch bei Tolmein, rother Mergel und grünlicher Sandstein.

Siebera cherlerioides Hoppe. *Alsine aretioides* M. K. Pri rudečim robu am Slieme-Wrch bei Tolmein, über der vorigen auf Dachsteinkalk.

Cerastium ovatum Hoppe. In den Felsenritzen der kleinen und grossen Spitze des Terglou, Dachsteinkalk.

— *lanigerum* Clementi. *(In Atti del congresso di Firenze.) Stellaria repens* Scop. (?) Čaun bei Schönpass, Felsen des Jurakalkes (Plassenkalk).

Gypsophila rigida L. Lido bei Venedig, Sand.

Dianthus prolifer L. S. Andree bei Triest, Schutt.

— *vaginatus* Vill. S. Peter an der Poik, Hippuritenkalk.

— *alpestris* Strnbg. Nördlich über den Hütten von Belopolje am Fusse des Terglou, Dachsteinkalk, Schutt.

— *Waldsteinii* Strnb. Nördlich bei Salcano im engen Thale des Isonzo über Hippuritenkalk und dessen Schutt. (Sternbergs Standort.)

— *silvestris* Wulf. Auf der Halde des Bergbaues bei Raibl, bleiführender dolomitischer Kalk.

Silene vespertina Rtz., *Silene sericea* All. Dünen in der Umgebung des Porto Rosica bei Monfalcone, Sand.

— *Saxifraga* L. β. Seguierii. Schloss Wipbach und Umgebung, Hippuritenkalk. — Nanos-Gebirge nördlich von S. Veith, Hippuritenkalk.

— *alpestris* L. Porsen bei Kirchheim, Kalk- und Thonschiefer.

— *pelidna* Rchb. Bei Sagan im Becken von Adelsberg, Hippuritenkalk.

— *inflata* Sm. *angustifolia* Ten. Lido bei Venedig, Sand der Dünen.

Lychnis diurna Sibth. Einfluss der Unz im Becken von Planina, Lehm der Wiesen.

Hypericineae.

Linum alpinum L. Zwischen dem Černala und dem Rombon im Flitscher Gebirge, Dachsteinkalk.

— *narbonnense* W. Südlicher Abhang des Nanos bei Prewald, Hippuritenkalk. — Berge nördlich von Kaltenfeld bei Planina, Dolomit des Hippuritenkalkes.

Linum tenuifolium L. Bosquetto bei Triest, Nummuliten-Sandsteine. — Bassoviza am Karste bei Triest, Hippuritenkalk. — Longera am Karste bei Triest, Nummulitenkalk. — S. Giovanni bei Duino, Hippuritenkalk.

— *corymbulosum* Rchb. An der Strasse zwischen Zaole und Stramare, über Nummuliten-Sandsteinen.

— *nodiflorum* L. An der Strasse zwischen Zaole und Stramare, über Nummuliten-Sandsteinen.

— *maritimum* L. In der Umgebung von Porto-Rosica auf Wiesen über Meeresschlamm. — Stramare bei Triest, feuchter Schlamm der Salinen. — Zaole bei Triest, auf einer Wiese innerhalb der Salinen.

— *flavum* L. Weichseldorf bei Zoll im Wipbach-Thale, Nummuliten-Sandsteine.

Hypericum veronense Schrk. Um Longera am Karste bei Triest, Nummulitenkalk.

— *Richeri* Vill. Čaun bei Schönpass, Jurakalk- (Plassenkalk-) Wand bei S. Vitulje.



VERZEICHNISS

der

EINGEGANGENEN DRUCKSCHRIFTEN.

(JUNI.)

Académie Imp. des sciences de St. Pétersbourg, Mémoires Sciences politiques, histoire etc. Série VI. Tom. 8.

— Sciences naturelles. Tom. 9.

— Mémoires, présentés par divers savants. Tom. VII.

— Bulletin Classe physico-mathemat. Tom. 12—15.

— „ „ historico-philologique. Tom. 11—13.

— Compte-Rendu 1854/55.

Accademia delle scienze di Torino. Memorie. Vol. 16.

Akademie, kais. Leopold.-Karol., der Naturforscher-Verhandlungen. Bd. XXIII, Suppl.

Akademie, k. preussische der Wissenschaften, zu Berlin. Monatsbericht. März, April.

Annalen der Chemie und Pharmacie. Bd. CLXI, Heft 123, 102, Nr. 1, 2.

Annales des mines.

Annales des Universités de Belgique. 1853/55.

Annuaire de l'institut des provinces. 1857.

Annuaire des 5. Départements de l'ancienne Normandie. 1857.

Argelander, Fr., Anzeige von einer auf der k. Sternwarte zu Bonn unternommenen Durchmusterung des nördlichen Himmels als Grundlage neuer Himmelskarten. Bonn 1856; 8°.

Archiv der Mathematik und Physik. Bd. XXVIII, Heft 3.

Archiv für die Holländischen Beiträge zur Natur- und Heilkunde. Utrecht 1857.

Beejapore, the Jumma Musjeed at — 3. l. et d. Fol.

Berlin, Universitäts-Schriften a. d. J. 1856.

Bielz, E. Alb., Fauna der Wirbelthiere Siebenbürgens. Hermannstadt 1856; 8⁰·

Boccardo, Girol., Memoria in risposta al quesito „Considerata l'influenza morale e fisica che hanno avuto sull'umano consorzio gli spettacoli etc. Milano 1857; 8⁰·

Boeck, Wilh., Recherches cliniques sur la Syphilisation. (Revue médico-chirurg. de Paris.)

Boehm, Ludw., Der Nystagmus und dessen Heilung. Berlin 1857; 8⁰·

Brunii, C. Georg., Poemata, partim jam aute, partim nunc primum edita. Londae 1857; 8⁰·

Cognola, Atti della fondazione scientifica Cognola dalla sua istituzione in Poi. Milano 1856; 8⁰·

Cicogna, Em., Relazioni dei consolati di Alessandria e di Soria per la repubblica veneta da Lorenzo Tiepolo agli anni 1552—560. Venezia 1857; 8⁰·

— Della Leandreide, Poema ne anonimo inedite. Venezia 1857.

Congrès scientifique de france. Session 24. Grènoble 1857; 8⁰·

Cosmos, Nr. 19—22.

Ferrari, Silvio, Calcul décidouzimal. Turin 1857; 4⁰·

Fiorelli, Giuseppe, Notizia dei vasi dipinti rinvenuti a Cuma nel 1856 posseduti da sua Altezza R. il Conte di Siracusa. Napoli 1856; Fol.

Flora, 1857, Nr. 1—19.

Förster, Allgem. Bauzeitung. Jahrg. XXII, Heft 4.

Foetterle, Frz., Bericht über die Durchstechung der Landenge von Suez an die k. k. geogr. Gesellschaft. Wien 1857; 8⁰·

Fortschritte der Physik. Bd. IX, X.

Foocher de Careil, A., Lettres et opuscules inédits de Leibnitz. Paris 1854; 8⁰·

— Nouvelles lettres et opuscules inédits de Leibnitz. Paris 1857; 8⁰·

Fournet, J., Note sur le refroidissement des 25 et 26 avril 1855 dans l'île de Sardaigne. Lyon 1855; 8⁰·

— — Sur la congélation de la vapeur vésiculaire et sur les flèches glaciales. Paris 1856; 8⁰·

Fusina, Vinc., Sull' eccessivo diborcimento avvenuto in questi ultimi anni. Milano 1856; 8⁰·

Geffken, Joh., Die hamburgischen niedersächsischen Gesangbücher des 16. Jahrh. Hamburg 1857; 8°.

Gesellschaft, deutsche morgenländische, Zeitschrift der. Bd. XI, Heft 2.

Gesellschaft, k. k. geographische. Mittheilungen. 1857, Heft 1, Wien 1857; 8°.

Gesellschaft, physicalische zu Berlin, die Fortschritte der Physik. Bd. IX, X, Heft 1.

Helfferich, Ad. et Clermont G. de, Aperçu de l'histoire des langues néolatines en Espagne. Madrid 1857; 8°.

Jahrbuch, neues, der Pharmacie. Bd. VI, Heft 5, 6.

Istituto Veneto, Atto delle Adunanze. Tom. II, punt. 5.

Kluckhohn, Aug., Geschichte des Gottesfriedens. Leipzig 1857; 8°.

Lamont, Magnetische Ortsbestimmungen des K. Baiern. Th. II.

Lancet, Nederlandsch. Jahrg. V, Nr. 10—12.

Lenormant, Franç., Déscription des médailles et Antiquités composant le cabinet de M. A. Baron Behr. Paris 1857; 8°.

Magyar Történelmi Tár. Pest 1856; 8°.

Magyar Nyelo Rendszere. Buda 1857; 8°.

Malacarne, Giamb. J. rapporti che i lati dei Poligoni regolari et hanno tra essi. Vicenza 1857; 8°.

Marianini, Stefano, Sull'azione magnetizzante delle correnti elettriche momentanee. Memoria 7—10. Modena 1846—52; 4°.

— Sulla proprietà posseduta in particolar modo dai corpi umidi di assorbire l'elettricità dagli isolanti solidi etc. Modena 1854; 8°. (Nebst 6 anderen Abhandlungen mathematisch-physicalischen Inhalts.)

Mauron y Villodas, D. Franc., Disertazione teorica sobre il modo da producir un motor permanente etc. Madrid 1857; 8°.

Milne, Edwards H., Leçons sur la Physiologie et l'anatomie comparée de l'homme et des animaux etc. Tom. I, Paris 1857; 8°.

Merlini, Giov., Il passato, il presente et l'avvenire nella industria manifatturiera in Lombardia. Milano 1857; 8°.

Mittheilungen der k. k. Centralcommission zur Erforschung und Erhaltung der Baudenkmale. Jahrg. II, Nr. 6.

Mittheilungen aus Justus Peuthe's geographischer Anstalt. Jahrg. 1857; Nr. 1.

Nachrichten, astronomische. Nr. 1069.

Nardo, Giov., Risposta categorica a quarto asserì il Prof. Moliu contro il fu Dr. Olivieri, relativamente alla struttura del cuore dei rettili. Venezia 1857; 8°.

Nypels, M. S., Les ordonnances criminelles de Philippe II. des 5. et 9. Joillet 1570. Bruxelles 1856; 8°.

Palacky, Jan, Zemèpis všeobecný vědecký srovnávacé. 1. Heft, Prag 1857; 8°.

Palmer, Aaron H., Documents and facts illustrating the origin of the mission to Japan. Washington 1857; 8°.

Ram, P. F. de, Notice sur le lieu de naissance de Godefroid de Bouillon. Bruxelles 1857; 8°.

— Considérations sur l'histoire de l'université de Louvain 1425—1797. Bruxelles 1854; 8°.

Rapport trieunal sur l'état de l'enseignement moyen en Belgique. 1852—54. Bruxelles 1856; Fol.

Rapport présentée a la société Imp. de l'Agriculture d'histoire naturelle de Lyon sur les travaux de la commission des soies. Lyon 1857; 8°.

Reumont, Alfredo, Della diplomazia italiana dal secolo 15 al 16. Firenze 1857; 8°.

Rey, C., De l'influence du vent sur la forme des nuages. Lyon 1856; 8°.

Romanin, storia documentata di Venezia. Tom. V. pont. 1, 2.

Römer-Büchner, B. J., Beiträge zur Geschichte der Stadt Frankfurt a. M. Frankfurt 1853; 8°.

— Die Wahl- und Krönungs-Kirche der deutschen Kaiser zu St. Bartholomäi in Frankfurt a. M. Frankfurt 1857; 8°. (2 Ex.)

— Die Entwicklung der Stadtverfassung und die Bürgervereine der Stadt Frankfurt. Frankfurt 1855; 8°.

Schafhäutl, Geognostische Untersuchungen des südbaierischen Alpengebirges. München 1851; 8°.

Segeßer, Ant. Phil. v., Rechtsgeschichte der Stadt und Republik Lucern. Bd. III, Heft 1.

Société des Naturalistes de Moscou, Bulletin. Tom. 24, 1 et 4. Tom. 29, 4°.

Société géologique de France. Tom. XIII. feuilles 20—30.

Society R. Geographical, Journal. Vol. 26.

Society, chemical. Nr. 34—36.

Spengler, J., Bad-Ems im Sommer 1856. Wetzlar 1857; 12°.

Survey, geological of India, Mémoires, Vol. I. p. 1. Calcutta 1856; 4°.

Suzzara, Gaetano, Trattati di agricoltura generale comparate coi Sistemi della francia ecc. Verona 1857; 8°.

Thierarznei-Institut, k. k. Vierteljahrs-Schrift. Bd. IX, Nr. 1.

Tormay, K., Bevölkerung der Städte Buda-Pest und ihre Bewegung im Jahre 18$^{54}/_{55}$. Pest 1857; 8°.

Verein für Geschichte und Alterthum Schlesiens. Codex diplomat. Silesiae. Bd. I.

Verein für siebenbürgische Landeskunde, Archiv Bd. II, Heft 2, 3.
— Jahresbericht, 1854—56.

Verein für vaterländische Naturkunde in Würtemberg. Jahreshefte. Bd. XIII, Nr. 1, 2.

Verein historischer von und für Oberbaiern. Archiv, Bd. XVI, Heft 1, 2. Jahresbericht 1855.

Verein historischer für Niedersachsen. Nachrichten. Jahrgang 20.

Verein, naturhistorisch-medicinischer zu Heidelberg. Verhandlungen. Nr. 1, 2.

Verein, zoologisch-botanischer, in Wien. Verhandlungen. Bd. 6.

Villa, Giov., Ulteriori osservazioni geognost. sulla Brianza. Milano 1857; 4°.

Zaluski, Jan, Slovo o stosunkach handlowych mieszkaúców scytyi zachodniej a. t. d. Lemberg 1857; 4°.



SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

XXV. BAND. II. HEFT.

JAHRGANG 1857. — JULI.



SITZUNG VOM 9. JULI 1857.

Eingesendete Abhandlung.

Über die Dauer und die Anzahl der Ventrikel-Contractionen des ausgeschnittenen Kaninchenherzens.

Von **Joh. Czermak** und **G. v. Piotrowski** in Krakau.

(Vorgelegt von dem w. M., Herrn Prof. Brücke.)

Ein ausgeschnittenes Herz schlägt, sich selbst überlassen, bekanntlich noch einige Zeit fort, indem es innerhalb seiner Muskelwandungen ein automatisch erregendes Organ besitzt. Mit Wahrscheinlichkeit verlegt man dasselbe in die, in die Herzsubstanz zerstreuten Ganglien. Die Wirksamkeit dieses Ganglienneryensystems, welches man das musculo-motorische genannt hat, ist an verschiedene Bedingungen geknüpft, namentlich an die Gegenwart von O haltigem Blut in den Herzgefässen, an die Erhaltung einer bestimmten Temperatur, und endlich auch an die Zustände der im Herzen verästelten Fasern der N. vagi.

Durch eine hinreichend starke Reizung dieser Vagusfasern, welche das sogenannte regulatorische Nervensystem des Herzens darstellen, wird bekanntlich die Herzthätigkeit in Diastole gehemmt.

Man ist noch nicht im Klaren, wie diese Wirkung des Vagus auf die Herzbewegungen zu Stande kommt; ob die Vagusreizung die Entwickelung selbst oder nur die Fortleitung der nach aussen übertragbaren Kräfte des musculo-motorischen Nervensystems hemmt?

In dieser Beziehung[1]) schien es uns von einiger Wichtigkeit. zu ermitteln, wie lange und wie oft das ausgeschnittene Herz noch schlägt, je nachdem die Vagi vorher durchschnitten oder einige Zeit hindurch und während des Ausschneidens elektrisch gereizt worden waren.

Wir haben dieser Untersuchung mehr als 60 Kaninchen und viele Stunden in den Monaten Februar bis Juni l. J. geopfert.

Nichtsdestoweniger verkennen wir durchaus nicht, dass die verhältnissmässig bedeutende Zahl unserer Versuche noch viel zu gering ist, als dass einige der von uns erhaltenen Zahlen grosses Vertrauen beanspruchen könnten, obschon andere derselben allerdings kaum einen Zweifel über ihre allgemeine Giltigkeit zulassen.

Es ist uns von vornherein klar gewesen, dass es uns unmöglich sein würde, bei der Ermittelung des Antheils der voraufgegangenen Vaguswirkung an der, als Function der sie erzeugenden Bedingungen aufgefassten Leistung des ausgeschnittenen Herzens die übrigen, an diesem Vorgange sich betheiligenden Bedingungen auch nur annähernd constant zu erhalten.

Denn hierzu wären wenigstens Kaninchen desselben Wurfes, in gleicher Weise aufgezogen und unter möglichst gleichen Umständen untersucht, erforderlich gewesen, da selbstverständlich ein und dasselbe Thier weder zu gleicher Zeit noch zu wiederholten Malen zu diesen Versuchen benützt werden kann.

Das k. k. physiologische Institut in Krakau, dessen Gründung freilich erst einige Monate zurückdatirt, ist jedoch noch nicht im

---

[1]) Beiläufig bemerkt auch hinsichtlich der durch Kölliker genauer bekannt gewordenen Wirkung der Chloroforminhalationen auf den Herzschlag. Wir haben schon im November und December 1856 Kölliker's Angaben durch mehre Versuche bestätigt, und zugleich die neue Thatsache gefunden, dass die eintretende Hemmung des Herzschlages nach Durchschneidung der Vagi nicht ganz ausbleibt. Über die Erklärung der Chloroformwirkung könnte somit dieselbe Controverse angeregt werden, welche über die ganz analoge Digitaliswirkung zwischen Traube und Stannius besteht. Wüsste man genau, welchen Einfluss die voraufgehende Vagusreizung oder Lähmung auf die Leistung des aufgeschnittenen Herzens hat, so könnte man das Verhalten des in verschiedenen Phasen der Digitalis- und Chloroformwirkung ausgeschnittenen Herzens zur Beilegung jener Controverse gar wohl mit benützen.

Besitze einer eigenen Kaninchenzucht, da zunächst noch dringenderen Bedürfnissen Rechnung getragen werden musste.

Wenn wir uns nun nichtsdestoweniger auf diese Untersuchung einliessen, so lag der Grund einfach in der vielleicht nicht unberechtigten oder doch verzeihlichen Vermuthung, es werde die zu variirende Bedingung (Vaguswirkung) einen viel grösseren Einfluss auf die Erzielung von Differenzen in der Gesammtleistung (Thätigkeit des ausgeschnittenen Herzens) haben, als sich aus unseren Versuchsresultaten unmittelbar ergeben hat.

Dass wir unter solchen Umständen die ganze Untersuchung nicht früher haben fallen lassen und jetzt mit einer zu dem gemachten Aufwande verhältnissmässig geringen Ausbeute an unzweideutigen positiven Resultaten vor die Öffentlichkeit treten, findet wohl darin eine Entschuldigung, dass wir uns einerseits schon zu tief eingelassen hatten, um die Untersuchung sofort ganz abzubrechen, dass aber andererseits auch die Mittheilung negativer Resultate mitunter förderlich sein kann und selbst die kleinste positive Errungenschaft niemals ganz werthlos ist.

Wir theilen im Folgenden 60 unserer Versuche (von Nr. 3 bis inclusive Nr. 62) mit, von denen 30 an Männchen, 30 an Weibchen angestellt wurden. Sie sind tabellarisch in drei correspondirenden Reihen zusammengestellt, je nachdem *a)* das Herz einfach ausgeschnitten wurde (Tab. II, *A*, *B*), *b)* vor dem Ausschneiden desselben die Vagi, so dass das Herz möglichst lange und möglichst oft in Diastole stillstand, elektrisch gereizt (Tab. I, *A*, *B*), oder *c)* durchschnitten (Tab. III, *A*, *B*) worden waren.

Hinsichtlich der Ausführung der Versuche sei nur bemerkt, dass das Herz in allen Fällen nach rascher Eröffnung des Thorax in der Medianlinie und des Pericardiums, sammt einem Stücke der grossen Gefässe ausgeschnitten und ohne Zeitverlust auf ein Uhrglas gebracht, unter einer Glasglocke, unter welcher sich zugleich eine Taschenuhr mit Secundenzeiger befand, beobachtet wurde. Die Anzahl der Schläge der Ventrikel (die der Vorhöfe wurden vernachlässigt) notirten wir von 15 zu 15 Secunden, vom Moment des Ausschneidens an; für die letzten Schläge wurde die absolute Zeit verzeichnet.

Von den Rubriken der einzelnen Tabellen bedürfen nur die mit „Locationsnummern" überschriebenen Doppelrubriken einer kurzen

Erklärung. Unter den Locationsnummern verstehen wir die Zahl, welche jedem einzelnen Versuche seine Stelle in der aufsteigenden Reihe anweist, die man erhält, wenn man sämmtliche 60 Versuche entweder nach der Dauer oder nach der Anzahl der Pulsationen anordnet. Jene Versuche, in welchen das ausgeschnittene Herz gleich lang oder gleich oft geschlagen hat, erhalten selbstverständlich die gleiche „Locationsnummer der Dauer" oder „der Anzahl".

Die Summen der Locationsnummern geben Aufschluss darüber, welche der 6 Reihen von Herzen im Allgemeinen länger oder kürzer, häufiger oder seltener pulsirt hat, und dienen somit zur Controle der aus den absoluten Werthen berechneten Mittelzahlen.

TABELLE I.

Betreffend die während der einige Zeit hindurch bestandenen Vagusreizung ausgeschrittenen Herzen.

Nummer des Versuchs	Dauer der Vagusreizung	Dauer der Schläge	Anzahl der Schläge	Locationsnummer der Dauer	Locationsnummer der Anzahl	Grösse des Thieres	Gewicht in Grammen	Temperatur in Réaumur
A. Männchen.								
XXIX	5m 0s	5m45s	152	9	7	klein	—	9·5
XII	3·40	9·45	404	23	37	mittel	—	11·5
XXXII	5·30	10·45	207	25	13	klein	319	11·0
LV	7·35	11·28	466	26	44	mittel	778	16·3
XVIII	6·10	11·33	334	28	33	gross	—	12·0
XLII	17·30	12·15	253	31	22	mittel	710	12·0
XXIII	4·32	13·15	407	35	39	gross	—	14·5
XXI	4·20	17·30	492	46	46	gross	—	12·0
LVI	6·40	21·47	556	47	51	mittel	740	16·3
XXVI	4·48	24·47	349	49	34	klein	—	13·5
	Mittel:	13m53s	362	31·9	32·6	—	—	12·86
B. Weibchen.								
X	10·0	5·35	203	8	20	gross	—	12·0
VI	3·0	5·58	232	10	17	mittel	—	13·0
XLVIII	5·30	9·15	551	21	50	gross	1405·5	16·0
XXXIX	31·15	9·30	146	22	8	gross	1068	11·7
XV	5·45	10·0	398	24	36	mittel	—	13·0
XLIV	4·55	11·36	421	29	42	klein	435·6	15·5
LX	5·27	15·0	286	39	26	klein	545	16·7
LVII	5·50	16·5	398	41	36	mittel	710	16·5
LIX	5·55	16·25	284	43	25	klein	513	16·5
LVIII	6·0	17·7	495	45	47	mittel	742	16·5
	Mittel:	11m39·1s	341·4	28·2	30·5	—	—	14·74
Gesammtmittel aus *A* und *B*:		12m46·05s	351·7	30·05	31·55	—	—	—

TABELLE II.

Betreffend die einfach ausgeschnittenen Herzen.

A. Männchen.

Nummer des Versuchs	Dauer der Schläge	Anzahl der Schläge	Locationsnummer der Dauer	Locationsnummer der Anzahl	Grösse des Thieres	Gewicht in Grammen	Temperatur in Réaumur
XXXVII	5^m15^s	110	5	3	klein	560	11·5
XXXV	5·15	118	5	4	mittel	770	10·5
IX	7·15	203	9	12	gross	—	13·0
XLVII	7·35	324	16	31	klein	642	14·5
LIII	12· 7	412	30	41	klein	685	15·7
XLIX	12·30	730	32	55	gross	1355	16·0
XL	12·40	283	33	24	mittel	752	12·0
LIV	16·11	613	42	52	mittel	722	15·5
XXXIV	30·52	223	51	14	klein	371	11·0
XLIII	36·55	323	52	30	gross	1135	13·3
Mittel:	$14^m39·5^s$	333·9	28·1	26·6	—	—	13·3

B. Weibchen.

Nummer des Versuchs	Dauer der Schläge	Anzahl der Schläge	Locationsnummer der Dauer	Locationsnummer der Anzahl	Grösse des Thieres	Gewicht in Grammen	Temperatur in Réaumur
XXXI	5^m15^s	109	5	2	klein	—	10·0
IV	6·26	296	11	27	mittel	—	10·0
XVII	7·0	250	14	23	mittel	—	12·0
XIV	7·45	286	18	26	mittel	—	11·5
VII	8·30	286	20	26	klein	—	13·0
XXVII	9·30	328	22	32	mittel	—	14·0
XX	9·30	410	22	40	gross	—	13·0
LXI	12·55	443	34	43	gross	950	17·0
XXIV	13·30	233	36	18	gross	—	14·5
LXII	14·12	406	37	38	klein	672	17·0
Mittel:	$9^m27·3^s$	304·7	21·9	27·5	—	—	13·2
Gesammtm. a. *A* u. *B*:	$12^m3·4^s$	319·3	25·0	27·05	—	—	—

TABELLE III.

Betreffend die nach Durchschneidung der Vagi ausgeschnittenen Herzen.

A. Männchen.

Nummer des Versuchs	Zeit v. d. Vagus-durchschneidung b. z. Ausschneidung d. Herzens	Dauer der Schläge	Anzahl der Schläge	Locationsnummer der Dauer	Locationsnummer der Anzahl	Grösse des Thieres	Gewicht in Grammen	Temperatur in Réaumur
XXXVI	$38^{m}35^{s}$	$5^{m}0^{s}$	189	3	8	klein	669	11·5
III	9·0	5·5	145	4	5	klein	—	12·5
XXVIII	5·44	8·15	233	19	18	klein	368	11·0
XXX	5·10	9·15	252	21	21	klein	—	10·0
XLVI	8·41	11·30	226	27	15	klein	699	14·5
XLV	6·55	11·33	539	28	49	gross	1167	15·0
XIX	12·43	12·30	487	32	45	gross	—	13·0
XXII	8·5	15·45	539	40	49	gross	—	14·0
LI	6·16	16·40	635	44	54	gross	1245	15·8
XXVIII	7·25	28·36	382	50	35	gross	—	13·5
	Mittel:	$12^{m}24·9^{s}$	362·7	26·8	29·9	—	—	13·08

B. Weibchen.

Nummer des Versuchs	Zeit v. d. Vagus-durchschneidung b. z. Ausschneidung d. Herzens	Dauer der Schläge	Anzahl der Schläge	Locationsnummer der Dauer	Locationsnummer der Anzahl	Grösse des Thieres	Gewicht in Grammen	Temperatur in Réaumur
XXXVIII	$67^{m}10^{s}$	$3^{m}15^{s}$	86	1	1	mittel	810	11·7
V	8·30	4·42	200	2	10	mittel	—	10·0
VIII	14·30	5·20	307	6	29	klein	—	13·0
XI	10·0	5·30	201	7	11	gross	—	11·5
XIII	9·0	6·52	190	12	9	mittel	—	11·5
XXV	9·25	6·55	238	13	19	mittel	—	9·5
XVI	11·20	7·40	305	17	28	mittel	—	12·0
XLI	31·0	8·15	231	19	16	mittel	769	12·0
LII	6·17	14·25	630	38	53	gross	985	15·8
L	7·5	22·30	502	48	48	gross	1558	15·8
	Mittel:	$8^{m}32·4^{s}$	289·0	16·3	22·4	—	—	12·28
	Gesammtmittel aus *A* und *B*:	$10^{m}28·65^{s}$	325·81	21·55	26·15	—	—	—

Wir formuliren in Kürze die aus den mitgetheilten Tabellen sich ergebenden Resultate wie folgt:

1. Das ausgeschnittene Kaninchenherz [1]) kann, sich selbst überlassen, bei mittlerer Zimmertemperatur, über eine halbe Stunde fortschlagen. Die beobachtete untere Grenze der Dauer ist 3 Min. 15 Sec. bis 5 Min. 45 Sec. Als Mittel aus allen 60 Versuchen ergibt sich eine Dauer von 11 Min. 46·33 Sec.

2. Das ausgeschnittene Kaninchenherz kann noch über 700 Schläge machen. Die beobachtete untere Grenze sind 86 bis 109 Schläge; im Gesammtmittel = 332·366.

3. Unter ähnlichen Bedingungen schlägt das ausgeschnittene Herz der Männchen ♂ länger und öfter, als das der Weibchen ♀. Dies ergibt sich für die Dauer widerspruchslos sowohl aus den Mittelzahlen der absoluten Werthe und der Locationsnummern, als auch aus den meisten Grenzfällen der einzelnen Tabellen; für die Anzahl der Schläge machen nur die Locationsnummern von Tabelle II eine Ausnahme. (Vgl. Tab. IV.)

4. Das nach der Reizung der Vagi ausgeschnittene Herz schlägt im Allgemeinen länger und öfter, als das nach Durchschneidung der Vagi ausgeschnittene Herz.

Dies gilt natürlich übereinstimmend für Männchen wie für Weibchen und ergibt sich hinsichtlich der Dauer der Schläge widerspruchslos nicht nur aus den Mittelzahlen der absoluten Werthe und der Locationsnummern der beiden ganzen Tabellen I und III, sondern auch ihrer einzelnen, Männchen und Weibchen betreffenden Hälften (vgl. Tab. IV), so wie aus der Vergleichung aller unteren Grenzfälle; hinsichtlich der Anzahl der Schläge machen wesentlich nur die Mittel der absoluten Werthe bei den Männchen eine Ausnahme. (Vgl. Tab. IV.)

---

[1]) Es sind, wie gesagt, nur die Kammer-Contractionen genauer berücksichtigt worden. Bezüglich der Vorhöfe bemerken wir beiläufig, dass sie sich in den meisten Fällen öfter zusammenzogen als die Kammern, in einigen Fällen jedoch gar nicht. Die Vorhöfe pulsirten gleich lange Zeit wie die Kammern, nach Durchschneidung der Vagi in 11, nach Reizung der Vagi in 6, bei einfach ausgeschnittenen Herzen in 9 Fällen. Länger als die Kammern schlugen die Vorhöfe nach Durchschneidung der Vagi in 6, nach Reizung der Vagi in 10, nach einfacher Ausschneidung des Herzens in 6 Fällen. Unter dieser letztern ist ein Fall (Nr. XX), ein grosses Weibchen betreffend, in welchem die Vorhöfe über 1 Stunde und 18 Minuten pulsirten.

5. Das einfach ausgeschnittene Herz hält in Bezug auf die Dauer und Anzahl der Pulsationen die Mitte zwischen dem nach Reizung der Vagi und dem nach Durchschneidung der Vagi ausgeschnittenen Herzen.

Diesen Satz möchten wir jedoch nur mit der grössten Zurückhaltung aufstellen, da derselbe bei den Männchen die einfachen Mittelzahlen sowohl der absoluten Dauer und Anzahl der Schläge als der Locationsnummern der Anzahl widersprechen. (Vgl. Tab. IV.)

TABELLE IV.

Zusammenstellung sämmtlicher Mittelzahlen.

	Einfache Mittelzahlen der				Gesammt-Mittelzahlen der			
	absol. Werthe	Locations-nummern	absol. Werthe	Locations-nummern	absol. Werthe	Locations-nummern	absol. Werthe	Locations-nummern
	der Dauer		der Anzahl		der Dauer		der Anzahl	
Tab. I.	♂13·53 ♀11·39,1	31·9 28·2	362 341·4	32·6 30·5	12·46,05	30·05	351·7	31·55
Tab. II.	♂14·39,5 ♀ 9·27,3	28·1 21·9	333·9 304·7	26·6 27·5	12·3,4	25·0	319·3	27·05
Tab. III.	♂12·24,9 ♀ 8·32,4	26·8 16·3	362·7 289·0	29·9 22·4	10·28,65	21·55	325·81	26·15

6. Eine Beziehung zwischen der Leistung des ausgeschnittenen Herzens und der Grösse des Thieres, dem Gewichte des Thieres oder der innerhalb geringer Grenzen schwankenden Lufttemperatur liess sich nicht entdecken.

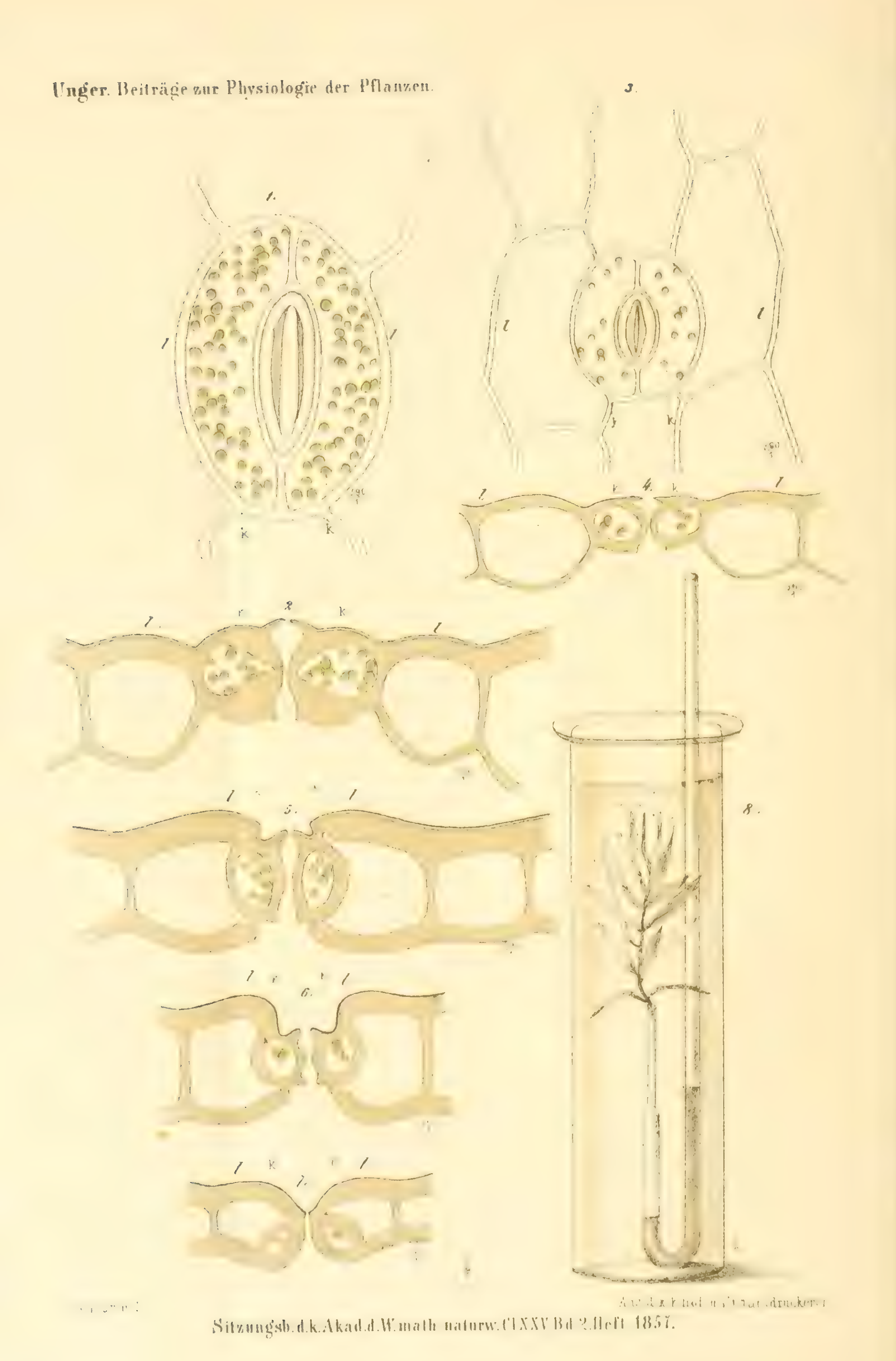
7. Wenn man nun auch (in Anbetracht der allerdings nichts weniger als vorwurfsfreien Anordnung der Untersuchung, so wie des geringen Unterschiedes der Mittelzahlen für einfach, oder nach voraufgehender Vagusdurchschneidung oder Reizung ausgeschnittener Herzen, ferner in Anbetracht der grossen absoluten Schwankungen hinsichtlich der Dauer und Anzahl der Schläge) das Hauptresultat unserer Bemühungen als ein wesentlich negatives bezeichnen und dahin formuliren wollte, dass die voraufgehende Vagusreizung oder

Durchschneidung anscheinend von keinen erheblichen Folgen für die Grösse der Leistung des ausgeschnittenen Herzens sei, so dürfte man als Endergebniss unserer Untersuchung, wie uns dünkt, dennoch mit einiger Wahrscheinlichkeit annehmen, dass durch die Wirkung des gereizten Vagus nicht sowohl die Entwickelung der nach aussen übertragbaren Kräfte des musculomotorischen Nervensystems selbst, sondern wesentlich nur die Übertragung dieser Kräfte auf die Muskelsubstanz gehemmt und regulirt werde, da im entgegengesetzten Falle das nach Reizung der Vagi ausgeschnittene Herz, welches während der Dauer der Reizung, wo es in Diastole stillsteht und desshalb verhältnissmässig am unvollkommensten mit O haltigem Blute versorgt wird, wohl auch ohne Zweifel (trotz der Steigerung der Erregbarkeit der in Diastole ruhenden Muskeln) am kürzesten und am wenigsten häufig schlagen müsste, was gewiss nicht der Fall ist.

emie der

ist der
lungen,
durch
Wege
e Theil
zen der

solchen
finden,
hungen
ugliche
theilen
eeigen-
ährend
chling-
en bei
lanzen-
i einer
ne sehr
einige
igt das
ige vor
Beispiel



Vorträge.

Beiträge zur Physiologie der Pflanzen.

Von dem w. M. **Prof. Dr. F. Unger.**

(Mit I Tafel.)

(Als Fortsetzung der gleichnamigen Beiträge, Sitzungsberichte der kais. Akademie der Wissenschaften mathem.-naturw. Classe Bd. XII, S. 367.)

IV.

Studien über sogenannte Frühlingssäfte der Pflanzen.

Eines der wichtigeren Probleme der Pflanzenphysiologie ist der Nachweis der stufenweisen Ausbildung der organischen Verbindungen, welche die von den Pflanzen aufgenommenen Nahrungsstoffe durch den Assimilationsprocess erleiden. Bisher ist hierin auf dem Wege der Erfahrung nur Weniges bekannt geworden, der grösste Theil beruht auf Schlüssen, die man aus den allgemeinen Gesetzen der Chemie gezogen hat.

Allerdings bietet es mancherlei Schwierigkeiten dar, bei solchen Erfahrungen und Versuchen den passendsten Angriffspunkt zu finden, nicht immer sind Zeit und Gelegenheit für derlei Untersuchungen vorhanden, und am wenigsten liefert das gemässigte Klima taugliche Objecte. Meines Erachtens ist der aus verwundeten Pflanzentheilen von selbst ausfliessende Zellsaft (nicht Milchsaft) besonders geeigenschaftet als Grundlage für derlei Untersuchungen zu dienen. Während in den wärmeren Ländern eine Menge von Bäumen und Schlingpflanzen, von Palmen und anderen kräftigen Monokotyledonen bei Verletzung längere Zeit hindurch hinlängliche Mengen von Pflanzensaft ergiessen, findet dies im gemässigten Klima nur bei einer kleineren Anzahl einheimischer Pflanzen und das nur auf eine sehr kurze Zeit beschränkt Statt, und wir sind daher nur auf einige Ahornarten, die Birke und Weinrebe, beschränkt. Zwar zeigt das Holz noch einiger anderer Bäume und Sträucher im Frühlinge vor dem Aufbrechen der Knospen einen Saftreichthum, wie zum Beispiel

jenes von *Juglans regia, Juglans cinerea, Cornus sanguinea* u. s. w., es sind aber meist so geringe Quantitäten von Saft zu erhalten, dass man damit keine weiteren Untersuchungen anstellen kann.

Leider wissen wir über den Saft der Palmen, welcher in grosser Menge zur Weinbereitung verwendet wird, so wie über den ähnlichen Saft von *Agave americana* und von anderen Agave-Arten so viel als Nichts. Aber selbst mit dem Safte unserer einheimischen Pflanzen geht es uns nicht viel besser.

Ein Frühlingsaufenthalt in der Umgebung von Gratz in Steiermark verschaffte mir im vergangenen Jahre (1856) Gelegenheit hierüber einige Erfahrungen zu machen, die, wenn sie gleich wenig umfangsreich sind, doch so viel Werth besitzen dürften, um als Anknüpfungspunkt für weitere Untersuchungen zu dienen.

Es lag mir bei diesen vorzüglich an der Birke und an der Rebe angestellten Versuchen daran zu erfahren, von welcher Beschaffenheit im Allgemeinen der aus den gemachten Wunden des Holzkörpers austretende Saft sei und namentlich, wie sich der Gehalt von Zucker und Gummi zu den übrigen Bestandtheilen desselben verhalte, endlich ob die physicalischen und chemischen Eigenschaften des Frühlingssaftes an den verschiedenen Theilen der Pflanze in verschiedenen Zeiten sich verändern oder constant bleiben.

Hierzu war eine Reihe chemischer und physicalischer Untersuchungen nothwendig, welche ich grösstentheils im botanischen Garten und im chemischen Laboratorium des Joanneums unter freundlicher Mitwirkung des Hrn. Prof. Gottlieb ausgeführt habe, und deren Resultate ich im Folgenden kurz zusammenfassen werde.

Ich begann die Untersuchung mit einer hinlänglichen Quantität Birkensaftes, welcher aus einem mehr als 40jährigen Baume am 31. März gewonnen wurde. Derselbe wuchs auf Thonschiefer-Unterlage. Das etwa 2 Fuss über der Erde in den Stamm getriebene Bohrloch ging 2 Zoll tief und hatte einen Durchmesser von 2 Linien. Der ausgeflossene Saft, welcher innerhalb 10 Stunden 1 Litre füllte, war vollkommen klar, farblos und schwach süss schmeckend [1]). Beim Hervortreten kamen von Zeit zu Zeit Luftblasen mit, was um so sicherer beobachtet werden konnte, als der Saft durch eine in das

---

[1]) Derselbe blieb in luftdicht verschlossenen Gefässen nach 15 Monaten noch ganz und gar unverändert.

Bohrloch gesteckte Glasröhre abzufliessen genöthiget war. Die Bestimmung des specifischen Gewichtes, welche durch das Pikrometer bewerkstelligt wurde, zeigte 1·0031.

Nach dem Eindampfen im Wasserbade stellte der Saft eine gelbliche syrupähnliche Flüssigkeit von angenehmen süssem Geschmacke dar. Mit gewöhnlichem Alkohol behandelt, der einen Theil der Flüssigkeit löste, gab sich der ungelöste Theil durch Trübung zu erkennen. Das Filtrat, welches die Zuckerlösung enthielt, liess indess auf dem Wasserbade abgedampft keine Zuckerkrystalle erkennen. Der auf dem Filter gebliebene Rückstand wurde mit destillirtem Wasser ausgewaschen. Das Waschwasser abgedampft, liess einen flockigen Niederschlag zu Boden gehen, der sich durch seine kleberige Beschaffenheit nicht undeutlich als Gummi zu erkennen gab, aber zugleich noch die löslichen Salze des Birkensaftes enthielt. Die auf dem Filter gebliebene, trockene, pulverförmige Substanz wurde geglüht, wobei sich unter Ammoniakentwicklung ein nach angebranntem Horn riechender Gestank verbreitete, was auf einen Gehalt an Eiweiss schliessen liess. Die rückbleibende Asche enthielt phosphorsaure Salze.

Nach Verlauf einer Woche wurde an einem anderen Birkenbaume des botanischen Gartens der aus zweien in der Entfernung von ungefähr 3 Klafter über einander liegenden Bohrlöchern ausgeflossene Saft zur Untersuchung genommen. Jeder für sich aufgefangene Saft war von dem andern etwas verschieden. Mit alleiniger Berücksichtigung des specifischen Gewichtes verhielten sich dieselben folgendermassen:

Aus dem	9. April	10. April	12. April	14. April	16. April	17. April
oberen Bohrloche	1·0042	1·0047	1·0045	—	—	—
unteren Bohrloche	1·0053	1·0056	1·0058	1·0034	1·0044	— [1]

Schon vom 14. April angefangen, versiegte der Saft aus dem oberen Bohrloche, während er aus dem unteren noch zu fliessen fortfuhr und erst am 17. April auch hier zu fliessen aufhörte.

---

[1]) Auch Knight und Biot fanden den aus demselben Bohrloche fliessenden Saft mit der Zeit verdünnter.

Bei diesen Bestimmungen des specifischen Gewichtes der Birkenflüssigkeit habe ich es indess nicht bewenden lassen, sondern zu erfahren gesucht, ob dasselbe zugleich im Verhältnisse zum Gehalte an Zucker und anderen löslichen Kohlenhydraten stehe, zu welchem Zwecke ich mich der von Fehling [1]) angegebenen Methode bediente.

Da hierbei vorzüglich darauf zu sehen ist, dass aller Rohrzucker so wie das vorhandene Gummi in Traubenzucker verwandelt wird, so musste die zu untersuchende Flüssigkeit durch längere Zeit — wenigstens durch 2 Stunden — mit Schwefelsäure gekocht werden, und es haben vorläufige Versuche bestätiget, dass weder das blosse Abdampfen noch eine Verkürzung der angegebenen Zeit allen im Birkensafte vorhandenen Rohrzucker in Traubenzucker zu umwandeln im Stande war. Der unter solchen Vorsichten auf den Gehalt an Zucker untersuchte Saft von 1·0042 spec. Gewichte, welcher am 9. April aus dem oberen Bohrloche der Birke erhalten wurde, zeigte in einem Versuche 0·94 %, im zweiten Versuche 0·95 % Zucker.

Der zur selben Zeit aus dem unteren Bohrloche erhaltene Saft von 1·0053 sp. Gew. hatte im 1. Versuche 1·2%, im zweiten gleichfalls 1·2% und im 3. Versuche 1·3% Zucker. — Ferner der am 14. April aus dem unteren Bohrloche ausgeflossene Saft von 1·0034 hatte 0·76% Zucker. Es geht somit aus diesen Versuchen hervor, dass in der That der grössere oder geringere Gehalt an Zucker, Gummi u. s. w. auf das specifische Gewicht des Saftes von Einfluss ist und dessen grössere oder geringere Consistenz bedingt.

Auf gleiche Weise stellte ich auch an mehreren aus den Schnittflächen von Reben hervorgequollenen Säften Untersuchungen an. Am 7. April zeigte der aus einer Rebe des botanischen Gartens aufgesammelte Saft nur ein sp. Gew. von 1·0003 — am 8. April 1·0009 — am 9. April 1·0011 und am 10. und 11. April ein sp. Gew. von 1·0012 [2]). Am 14. April wurde bei einer anderen Rebe der Saft an zwei durch 1 Klafter in der Höhe unterschiedenen Schnittflächen aufgesammelt und verglichen. Der aus der unteren Schnittfläche

---

[1]) Fehling, die quantitative Bestimmung von Stärkmehl mittelst Kupfervitriol. Ann. d. Chemie 1849, p. 109.

[2]) Diese Beobachtung stimmt mit jener über die Zunahme des spec. Gewichtes des Saftes mit dem Vorrücken der Vegetationsperiode von E. Brücke angegebenen überein. (Über das Bluten des Rebstockes. Ann. d. Phys. u. Chem. Bd. 63, p. 184.)

erhaltene Saft hatte ein spec. Gew. von 1·0008, an der oberen nur ein spec. Gew. von 1·0001. Über die Genauigkeit der hier angegebenen Zahlen ist nicht zu zweifeln, da alle bei solchen Bestimmungen nothwendigen Vorsichtsmassregeln befolgt wurden. Dem entsprechend, liess der Saft von 1·0003 gar keinen merkbaren Gehalt an Zucker und in Zucker überführbare Bestandtheile, der von 1·0009 etwa 0·07%, — dagegen jener von 1·0012 spec. Gew. in einem Versuche 0·16%, in einem zweiten, der richtiger sein dürfte, 0·15% erkennen.

Man sieht also, dass die Rebe in Bezug auf ihren Frühlingssaft denselben allgemeinen Bestimmungen unterliegt, wie der Frühlingssaft der Birke.

Gerne würde ich dieselben Versuche auch noch auf mehrere Ahornarten ausgedehnt haben, allein wenn dieselben auch in den ersten Tagen des Aprils aus den Bohrwunden des Stammes Saft ausfliessen liessen, so verminderte sich derselbe kurz darauf nur zu sehr und hörte bald ganz auf. Es war somit das nöthige Material in dieser Zeit nicht mehr zu erlangen. Zur Vergleichung mit dem Frühlingssafte der Birke und Rebe mögen jedoch nachstehende Angaben nicht ohne Interesse sein. Der am 3. April aus drei verschiedenen Ahornarten gewonnene Saft verhielt sich folgendermassen: Das grösste specifische Gewicht hatte der auch sonst verhältnissmässig am süssesten schmeckende Saft von *Acer Pseudoplatanus* mit 1·0075, dem zunächst *Acer saccharinum* mit 1·0072 und endlich der gleichfalls noch bemerkbar süss schmeckende Saft von *Acer illyricum* mit 1·0053.

Für eine Anomalie, die ich mir bis jetzt noch nicht zu erklären weiss, muss ich es ansehen, dass ich aus dem Frühlingssafte des Bergahorns, welcher das höchste specifische Gewicht hatte, nur 0·306% Zucker abzuscheiden im Stande war, während dieser Saft doch bedeutend süsser schmeckte als der Birkensaft, dessen Zuckergehalt bis zu 1% stieg, es wäre denn, dass im Ahornsafte eine relativ viel grössere Zuckermenge mit einer sehr kleinen Quantität von Gummi verbunden ist, während im Birkensafte nicht nur das Umgekehrte stattfindet, sondern überdies noch die Summe beider Bestandtheile des Saftes jene des Ahorns um ein Namhaftes überschreitet.

Vergleicht man diese Frühlingssäfte mit den aus sogenannten Honigdrüsen der Pflanzen ausgeschiedenen Säften, von welchen mehrere Agave-Arten reichliche Quantitäten liefern, so finden wir

zwischen beiden eine grosse Übereinstimmung und können daraus entnehmen, wie wenig Unterschied bei der Bereitung derselben obwalten müsse. Nach Buchner [1]) hat der aus den Nektarien der Blumen von *Agave americana* abgeschiedene Nektar nur ein spec. Gewicht von 1·050, der von *Agave geminiflora* nach Buchner jun. [2]) ein Gewicht von 1·090 und endlich jener von *Agave lurida* nach Anthon [3]) ein spec. Gewicht von 1·200 und obgleich keine quantitativen Analysen derselben vorliegen, so scheint mir doch, dass diese süsslich schmeckenden Nektararten und die obgenannten Frühlingssäfte wahrscheinlich nur im Gehalte von Zucker und einigen Salzen von einander unterschieden sind.

Bevor ich mir erlaube eine Erklärung der oberwähnten Thatsache, dass das specifische Gewicht des Frühlingssaftes aus den oberen Theilen der Pflanze geringer als aus den unteren ist, was der vorgefassten herrschenden Meinung gerade zuwiderspricht [4]), zu geben, will ich nur voraus noch das Verhältniss des Saftausflusses zur Knospen- und Blattentwickelung in Betrachtung ziehen.

Im Allgemeinen tritt bei den Baumpflanzen unseres Klima's die Saftfülle und der aus den Wunden erfolgende Ausfluss des Saftes schon lange vor dem Anschwellen der Knospen ein. Genauere Vergleiche der Beobachtungen mit Bezugnahme auf die gleichzeitigen Temperaturverhältnisse sind meines Wissens noch nicht gemacht worden. Die Saftfülle nimmt unstreitig eine Zeit lang allmählich zu, vermindert sich aber viel schneller als sie zugenommen hat und verschwindet mit dem Aufbruche der Knospen ganz und gar und kehrt im Verlaufe der Vegetationszeit in keiner Weise wieder zurück.

An der Birke, welche wegen der Grösse und Dauer der Saftfülle für die Beobachtung als ein besonders geeigneter Gegenstand gelten kann, verhielt sich die Sache folgendermassen. Reducirt man

---

[1]) Repertorium für Pharmacie XXXVII. (1831), p. 221.

[2]) Repertorium für Pharmacie LI. (1835), p. 326.

[3]) Repertorium für Pharmacie XLIII. (1832), p. 27.

[4]) Knight fand sowohl bei Sycomorus als bei der Birke den Saft von den oberen Theilen specifisch schwerer als von den unteren Theilen. Das Gleiche bestätiget Biot gefunden zu haben. Dagegen erhebt schon E. Brücke (Über das Bluten des Rebstockes, Annal. d. Phys. u. Chem. Bd. 63 (1844), p. 183) erhebliche Zweifel, indem der in senkrechten, seitlich nicht communicirender Röhren vorhandene Saft bei Verletzung derselben unmöglich nur aus dem Horizonte der Wunde ausfliessen kann.

die in verschiedenen Zeiträumen erfolgten Ausflussmengen auf ein gemeinsames Zeitmass, z. B. auf eine Minute, so fand ich

am 31. März aus dem Borloche fliessen 12 Tropfen.

Datum		Menge	Bemerkung
„ 9. April „	oben „	12 „	
	unten „	60, später 40 Tropfen.	
„ 10. April „	oben „	12 Tropfen.	
	unten „	60, später 40 Tropfen.	
„ 12. April „	oben „	75 Tropfen.	Die Blattspitzen traten bereits aus den Deckschuppen hervor.
	unten „	25 Tropfen.	
„ 14. April „	oben „	0 Tropfen.	Die ersten Blätter entfaltet.
	unten „	25 Tropfen.	
„ 16. April „	oben „	0 Tropfen.	Die Belaubung fortgeschritten, jedoch nicht beendet.
	unten „	20 Tropfen.	
„ 17. April „	oben „	0 Tropfen.	Die Belaubung beendet.
	unten „	0 Tropfen.	

Bei der durch den Schnitt verletzten Rebe ist der ganze Safterguss, das sogenannte Thränen oder Bluten, längst vorher beendet, ehe die Knospen sich entfalten. Merkwürdig aber schien mir der Umstand, dass, nachdem an einer und derselben Rebe die unteren Schnittflächen nach erfolgtem Thränen wieder trocken geworden sind, die Schnittflächen der oberen Äste erst zu Thränen anfingen, was gewissermassen mit dem am 12. April an der Birke beobachteten Säfteerguss in Einklang steht, indem auch hier gegen die Regel aus der oberen Wunde mehr Saft als aus der unteren in gleichem Zeitraume ausfloss.

Suchen wir nun eine Erklärung für diese Thatsachen, so können wir sie nur in der anatomischen Einrichtung der hier in Betracht kommenden Organe und in den Gesetzen der Erhaltung des Gleichgewichtes flüssiger Körper zu finden hoffen.

Ohne Zweifel ist die am Ausgange des Winters bei unseren Holzgewächsen erfolgende Umsetzung des im Holzkörper aufgespeicherten Amylums in Gummi und Zucker die Veranlassung einer stärkeren Endosmose der Wurzelzellen. In Folge dieser verstärkten Endosmose werden vorzüglich dem Holzkörper nach Massgabe der da aufgespeicherten Kohlehydrate und Proteinsubstanzen eine grössere Menge Saft zugeführt. Es erzeugt dies eben jenen Zustand von

Pletora, die wir ganz besonders in der Rebe und Birke und bei den tropischen Pflanzen vor der Blüthenentwicklung wahrnehmen. Diese grosse Anhäufung von Saft ist die einzige auslangende Quelle, welche für den darauffolgenden Process der Blatt- oder Blüthenentwickelung die nöthigen Mittel aufzubringen im Stande ist.

Der Saft ist anfänglich in den langgestreckten, spindelförmigen Holzzellen der Wurzel und der Rinde allein enthalten und tritt erst von da in die benachbarten Spiralgefässe über, die in denselben enthaltene Luft wird dabei herausgedrückt, zum Theile gewiss auch von der Flüssigkeit absorbirt [1]) und so kommt es, dass bei Verletzung des Stammes monokotyledoner sowie dikotyledoner Pflanzen der Saft vorzugsweise nur aus den Spiralgefässen hervortritt. Die Kraft, womit dasselbe geschieht, kann nach vielfältig darüber angestellten Versuchen bis zum Drucke von anderthalb Atmosphären steigen.

Da die Aufnahme der rohen Nahrungsflüssigkeit durch die Wurzel stattfindet und von den Spitzen derselben nach aufwärts und von den unteren Theilen des Stammes zu den oberen aller Wahrscheinlichkeit nach fortwährenden Veränderungsn unterworfen ist, die seine allmähliche Assimilation herbeiführen, so muss der Zellsaft der oberen Stammtheile durch eine grössere Menge assimilirter Substanzen, daher auch durch ein grösseres specifisches Gewicht vor dem Zellsafte der tiefer liegenden Theile ausgezeichnet sein. Dem widerspricht aber sowohl die an der Birke wie an dem Weinstocke gemachte Erfahrung, indem der von den höher gelegenen Wunden des Stammes ausgeflossene Saft durchaus ein geringeres specifisches Gewicht als jener von tiefer gelegenen Wunden zeigte. Es lässt sich indess diese Erfahrung mit der von unten nach aufwärts zunehmenden Assimilation recht wohl dadurch in Einklang bringen, wenn man erwägt, dass der von einer unendlich grossen Reihe über einander liegenden Holzzellen sicherlich bedeutend verschiedene Saft in ein und dasselbe von unten bis nach oben continuirliches Gefäss tritt, und bevor hier noch nach den Gesetzen der Diffusion eine gleichförmige Mischung zu Stande kommen kann, die concentrirteren specifisch schwereren Theilchen sich nothwendiger Weise

---

[1]) Die angestellten Versuche über den Gehalt von Luft des ausfliessenden Birkensaftes haben leider fehlgeschlagen und müssen daher unbeantwortet bleiben.

nach abwärts begeben, während die specifisch leichteren die oberen Partien der Flüssigkeitssäule einnehmen müssen.

Durch den Druck eben dieser kleinen Flüssigkeitssäulen, die sich nach der Menge der vorhandenen Spiralgefässe richten, ist auch die grössere Menge des aus den unteren verletzten Stellen ausfliessenden Saftes gegen die oberen von selbst verständlich. Aber auch hierin finden sich hie und da Ausnahmen, die nur dadurch zu erklären sind, dass Hemmungen mannigfacher Art, welche an den unteren Wunden eintreten, wie z. B. Verschliessung der Gefässe durch Turgescenz der nebenliegenden Elementartheile, Pfropfbildungen aus der Flüssigkeit beim Contacte mit der atmosphärischen Luft, parasitische Pilze u. s. w. ja, vielleicht selbst veränderte Richtung der Saftströmung, einen vermehrten Ausfluss aus höher gelegenen Wunden, oder wohl gar ein alleiniges Ausfliessen des Saftes daselbst bedingen können. Es kann daher nur die Aufgabe einer speciellen Untersuchung sein, für den gegebenen Fall die nächste Ursache solcher Anomalien der Saftführung aufzudecken, wozu jedoch nur in grosser Menge und unter verschiedenen Umständen angestellte Beobachtungen und Versuche ausreichen dürfen.

V.

Zur näheren Kenntniss des Honigthaues.

In den Naturwissenschaften haben seltene und mit auffallenden Eigenthümlichkeiten begleitete Erscheinungen von jeher die Aufmerksamkeit des Menschen erregt, und nach dem ihm angeborenen Triebe zu Deutungen und Erklärungen derselben Veranlassung gegeben. Gewöhnlich hatte die Schwierigkeit des richtigen Verständnisses hierauf keinen Einfluss, da es der Phantasie immerhin ein Leichtes ist, das für die Reihenfolge eines endgiltigen Schlusses Erforderliche aus ihren Mitteln zu ersetzen. Zu diesen das Interesse der Menschen in Anspruch nehmenden Erscheinungen gehört auch der Honigthau — ein auf Blättern und andern Pflanzentheilen zuweilen vorkommender kleberiger, süssschmeckender Überzug — eine Erscheinung, welche bald örtlich, bald weit verbreitet, um so eher die Aufmerksamkeit zu fesseln im Stande war, als damit mannigfache landwirthschaftliche und industrielle Beziehungen in Berührung

traten und daher die Ökonomen längst auffordern musste, seiner Natur und den Ursachen seiner Erscheinung auf die Spur zu kommen. In der That besitzt dieser Gegenstand schon eine so umfassende Literatur, dass es keines geringen Zeitaufwandes bedürfte, auch nur die wichtigeren Angaben und Mittheilungen über die Erscheinung und Ausbreitung u. s. w. zusammenzustellen, denn nicht blos in Europa, sondern auch in anderen Welttheilen ist der Honigthau bereits ein Gegenstand der Beobachtung geworden [1]).

Im Allgemeinen kann man wohl sagen, dass der Honigthau mehreren ganz verschiedenen Ursachen seine Entstehung verdanke, wenn man alle auf den Pflanzen ungewöhnlich vorkommende kleberige und süssschmeckende Überzüge mit diesem Ausdrucke bezeichnen will, und dass, wie ich selbst einmal zu beobachten Gelegenheit fand [2]), Blatt- und Schildläuse daran sicherlich ihren Antheil haben.

Die für die Pflanzenphysiologie weit wichtigere Frage ist, ob der Honigthau auch als Secret, natürlich nicht von einem normalen Zustande der Pflanze bedingt, auf derselben auftreten kann. Analogien ähnlicher normaler Secretionen sind im Pflanzenreiche sehr verbreitet, doch gehen sie nicht unterschiedslos von jedem Pflanzentheile aus, sondern werden, wie bekannt, stets von besonders construirten Drüsenapparaten bewerkstelliget.

Erst im Jahre 1855 hatte ich wieder Gelegenheit die Erscheinung des Honigthaus, und zwar seltsam genug mitten in der Stadt Wien, zu beobachten. Es war in den letzten Tagen des Monates Juni als die sämmtlichen Blätter einer eben blühenden Linde des Klostergartens der Herren P. P. Franciscaner derart mit einer syrupartigen dickflüssigen Substanz überzogen wurden, dass dieselbe in Form von Tropfen vom Baume herunterfiel und dadurch alle darunter befindlichen Gegenstände ohne Unterschied besudelte. Nicht blos die älteren Blätter, sondern auch die jungen Triebe zeigten diesen Überzug, der bis zum 5. Juli Tag für Tag an Intensität zunahm. Später

---

[1]) Unter andern gibt Bruce (Reisen etc.) von der Gin-Gin oder Gesse el Aube, einer am Ufer des Guanque in Ägypten wachsenden Grasart an: „an den Blättern einiger Pflanzen bemerkte ich etwas von einer klebrigen Feuchtigkeit, dergleichen man auf unseren Linden oder Ahornen antrifft, aber in weit geringerer Quantität; sie hat einen zuckersüssen Geschmack.

[2]) Über Zuckerdrüsen der Blätter und einige von den Blättern überhaupt ausgehende Zuckerabsonderungen. Flora 1844, p. 41.

wurde auch ein zweiter Lindenbaum desselben Gartens vom Honigthau ergriffen, jedoch etwas schwächer als der erstere. Herr Pater Victor Michalovich, damals im Klostergebäude wohnend und mein Schüler aus der Botanik, machte mich auf dieses seltsame Ereigniss aufmerksam. Die mir von ihm überbrachten beblätterten Zweige jener Linde zeigten den glänzenden Überzug im reichlichen Masse, ja sogar Spuren der tropfenweise daran angesammelten nun eingetrockneten Flüssigkeit. Von Blattläusen oder anderen Insecten war kaum etwas zu bemerken. Es erlaubten die Umstände nicht dieser Erscheinung die vollste Aufmerksamkeit zuzuwenden.

Glücklicher war ich dagegen in dem abgewichenen Jahre 1856, wo ich, auf meiner ländlichen Besitzung in der Nähe von Gratz lebend, in der zweiten Hälfte des Monates Juni neuerdings durch dieselbe Erscheinung überrascht wurde. Hier hatte ich zur Beobachtung dieses Phänomens nicht nur die hinlängliche Musse, sondern im chemischen Laboratorium des Joanneums in Gratz zugleich Gelegenheit einige in das Feld der Chemie einschlägige Untersuchungen vorzunehmen. Das Wichtigste, was ich bei dieser Gelegenheit über die Natur und Erscheinungsweise des Honigthaues erfuhr, enthalten nachstehende Zeilen, die ich nicht aus dem Gedächtnisse schreibe, sondern grösstentheils den zu jener Zeit niedergeschriebenen Notizen entnehme. —

Schon am Anfange des Monats Juni fingen die Blätter verschiedener Bäume und Sträucher eine von dem gewöhnlichen Aussehen veränderte Beschaffenheit zu erlangen. Sie waren auf ihrer Oberfläche mit firnissglänzenden Punkten bestreut, übrigens weder an Gestalt noch an Färbung alienirt. Gegen die zweite Hälfte des Monates war jene Erscheinung schon sehr augenfällig geworden, die glänzenden Punkte nahmen nicht blos an Grösse und Ausdehnung zu, sondern verflossen gegenseitig und vergrösserten so den fremdartigen Überzug, der gar bald sich zu grösseren und kleineren unregelmässigen Flecken ausdehnte. Besonders deutlich liess sich dies an solchen Bäumen und Sträuchern wahrnehmen, die an sonnigen Gehägen standen und daher dem directen Sonnenlichte und der Erwärmung besonders ausgesetzt waren.

Es war nunmehr kein Zweifel, dass man die Erscheinung eines eben sich ausbildenden Honigthaues vor sich hatte. Ich war nun darauf bedacht die Ausdehnung dieser Erscheinung sammt allen sie begleiten-

den Nebenerscheinungen so aufmerksam als möglich zu verfolgen. Es stellte sich hiebei gleich anfangs heraus, dass der Honigthau eine weit ausgedehnte Verbreitung hatte und in der ganzen Landschaft zu bemerken war, die ich auf meinen täglichen Fusswanderungen zu erreichen im Stande war. Überall waren es Bäume und strauchartige Pflanzen über deren Blätter er sich verbreitete, nur selten krautartige Gewächse. Die Intensität war jedoch nichts weniger als durchaus gleich und veranlasste mich nachstehende Verzeichnisse von Pflanzen zusammenzustellen, woraus jenes Verhältniss am besten sichtlich gemacht ist. Es zeigt sich daraus, dass keineswegs sämmtliche Pflanzen vom Honigthaue ergriffen waren, und dass es verhältnissmässig nur eine kleine Anzahl von Arten war, an welchen derselbe besonders deutlich auftrat.

In diese Kategorie gehörten namentlich:

Juglans regia.
Quercus pedunculata.
Prunus domestica.
Corylus Avellana.
Tilia europaea.
Carpinus Betulus.
Ligustrum vulgare.
Rubus Idaeus.
Evonymus europaeus.

Die Pflanzen, deren Blätter nur Spuren oder geringe Mengen von Honigthau an sich trugen, waren:

Crataegus Oxyacantha.
Acer campestre.
Prunus Armeniaca.
Fraxinus excelsior (nur an jungen Individuen).
Scrophularia nodosa
Aegopodium podagraria.
Rosa canina.

Frei vom Honigthaue blieben durchaus nachstehende Pflanzen, welche in der Nähe der vorhergehenden standen:

Ribes rubrum.
„ *Grossularia.*
Syringa vulgaris.
Clematis Vitalba.
Mespilus germanica.
Betula alba!
Salix Capraea!
Populus tremula!
Berberis vulgaris.
Rhamnus Frangula.
Cornus sanguinea.
Viburnum Lantana.
Vitis vinifera.
Prunus avium.
Pyrus Malus.
„ *communis.*

Dies auf sorgfältige und mehrmals wiederholte Beobachtungen gegründete Verzeichniss von Honigthau tragenden und davon gänzlich freien Pflanzen, welche häufig hart neben einander standen, spricht keineswegs für solche nähere Ursachen, welche ausserhalb der Pflanzen liegen, sondern deutet vielmehr darauf hin, dass die Hervorbringung des honigartigen Blattüberzuges von den betreffenden Pflanzen aus selbst bewerkstelliget werde.

Ich bemerke hiebei nur noch, dass der genannte Überzug ausschliesslich die Oberseite der Blätter einnahm, und dass mit Ausnahme von *Juglans regia* nirgends Blattläuse auf den vom Honigthaue ergriffenen Blättern, ja selbst nicht einmal deren zurückgebliebene Hautbälge zu bemerken waren. Von besonderem Interesse und vielleicht entscheidend für die Erkenntniss der nächsten Ursache dieser Erscheinung dünkte es mich, eine chemische Untersuchung dieser syrupartigen die Blätter überziehenden Substanz vorzunehmen. Da die Blätter von *Carpinus Betulus*, welche grösstentheils das Gehäge der Grenze meiner Besitzung am Rosenberge bei Gratz bildet, mir ein genügendes Material für eine derartige Untersuchung schon am 16. Juni zu liefern versprach, so machte ich mich doch an demselben sonnigen und warmen Tage daran, eine hinlängliche Menge mit jenem Firnissüberzuge versehenen Blätter zu sammeln. Dieselben sammt ihren Stielen ja selbst ganze junge Zweige, die einen solchen Überzug besassen, wurden vom Stamme getrennt, in ein passendes Cylinderglas gebracht, mit destillirtem Wasser übergossen und unter beständigem Umrühren mit einem Glasstabe so lange mit dem Abwaschen fortgefahren, bis die zuletzt abgegossene Flüssigkeit vollkommen klar blieb. Das gesammte trübe Waschwasser, welches wirklich den firnissglänzenden Überzug der Blätter aufgenommen hatte, was daraus zu erkennen war, dass dieselben nunmehr ihr gewöhnliches Aussehen wieder erlangten, wurde nun auf das Filter gebracht, woraus eine zwar klare, aber etwas wenig gefärbte Flüssigkeit hervorging. Dieselbe auf dem Wasserbade bis zur Trockenheit eingedampft gab von 130 Hainbuchenblättern nicht mehr als 1·434 Grm. trockenen Rückstand. In der bereits ziemlich concentrirten bräunlichen Flüssigkeit unterschied man mit freiem Auge deutlich zweierlei Flocken: die grösseren waren körnig und zugleich mit grösseren Körnern bestreut, die kleineren stellten homogene Hautlappen dar, welche mehr oder minder zusammengerollt waren und bei ihrer Bewegung ein eigenthümliches

Schillern der Flüssigkeit verursachten. Ausserdem nahm man noch grössere prismatische Krystalle wahr. Alkohol liess die Flocken unverändert.

Die zur Trockenheit eingedampfte Flüssigkeit wurde jetzt mit etwas wenigem Wasser übergossen, aufgerührt und dann mit starkem Alkohol behandelt, worauf eine weissliche Trübung entstand, die bei vermehrtem Zusatze von Alkohol wieder verschwand. Die filtrirte Alkohollösung gab eine weingelbe Flüssigkeit, welche allen Traubenzucker enthielt, während die unlöslichen braunen Flocken auf dem Filter zurückblieben.

Um den Alkohol zu entfernen, dampfte ich nun die Zuckerlösung ab, löste sie wieder in viel Wasser und schritt nun zur Bestimmung des Gehaltes an Traubenzucker nach der Methode Fehling's mittelst einer zu diesem Zwecke bereiteten titrirten Kupferlösung.

Die gesammte durch Weingeist von dem Gummi geschiedene Zuckermenge betrug 0·263 Grm., was verglichen mit der untersuchten Menge der von den Blättern abgewaschenen Substanz von 1·434 Grm. 25·313 % Traubenzucker gibt.

Der auf dem Filter zurückgebliebene Rückstand, welcher vorzugsweise Gummi enthielt, wurde sammt dem Filter durch mehrere Stunden mit verdünnter Schwefelsäure gekocht, um denselben in Traubenzucker überzuführen. Dieser flockige Rückstand löste sich vollkommen und nachdem er filtrirt war, wurde er mit Ätznatronlauge neutralisirt. Die Prüfung der Flüssigkeit auf Traubenzucker ergab 0·116 Grm., was bezüglich der ersteren Substanz 8·159 % entspricht.

Es enthielt daher der untersuchte Honigthau der Hainbuchenblätter 33·472 % Zucker und in Zucker überführbare Substanzen und 66·528 % andere in Wasser lösliche Körper.

Vom 16. bis 19. Juni dauerte die Erscheinung in demselben Masse fort und selbst ein kleiner Regen, welcher am letztgenannten Tage stattfand, hatte jenen firnissartigen Anstrich von den Blättern nicht weggewaschen. Dagegen ging am 20. Juni ein heftiger Regenguss nieder, der die Reinigung der Blätter der Art bewerkstelligte, dass jede Spur von Honigthau verschwand. Besonders an den Wallnussblättern war längs der Mittelrippe, welche für das abfliessende Wasser eine natürliche Rinne bildete, aller fremde Überzug vollkommen weggewaschen.

Trotz dieser meteorischen Reinigung stellten sich schon am folgenden Tage Nachmittags, d. i. den 21. Juni, welcher sehr heiter und warm war, auf den ganz und gar reinen Blattflächen einzelne kleine, punktförmige Flecken von Honigthau wieder ein und erwiesen sich, da hier alle fremdartige Einwirkung fehlte, somit unbezweifelt als Secret der Blätter selbst. Dasselbe fand auch später mehrmals und zwar am Ende Juni so wie am Anfange Juli Statt, so dass das Auftreten von glänzenden Punkten auf der Oberfläche der durch Regen vorher gereinigten Blätter zu den regelmässig wiederkehrenden Erscheinungen gezählt werden muss.

Da ich nach meiner ersten Untersuchung des Honigthaues der Hainbuchenblätter nicht auf lange fortdauerndes regenloses Wetter rechnen konnte, indem dasselbe bereits durch volle 6 Wochen anhielt, so beeilte ich mich auch noch für eine zweite und dritte chemische Untersuchung das nöthige Material zusammen zu bringen. Es waren jedoch nur die Blätter von *Juglans regia* und *Quercus pedunculata*, welche durch die nöthige Quantität des Honigthaues ein einigermassen sicheres Resultat zu geben versprachen, daher blos von diesen beiden Pflanzen am 18. Juni die Sammlung gemacht wurde.

Es wurde mit diesen Blättern auf die gleiche Weise wie mit jenen von *Carpinus Betulus* verfahren. Das Waschwasser der Eichenblätter ging wegen des Wachsgehaltes, der demselben mechanisch zugeführt wurde, schwer durch das Filter und stellte zugleich eine bei weitem lichtere Flüssigkeit als das Waschwasser der Wallnussblätter dar. Merkwürdig schien es, dass die letzteren selbst nach wiederholtem Waschen noch etwas Wachsglanz behielten, der selbst durch Anwendung von Weingeist nicht ganz entfernt werden konnte.

Die zur Trockenheit eigedampften Waschwasser beider Pflanzen enthielten folgende Mengen:

499 Blätter von *Quercus pedunculata* gaben 0·892 Grm. feste Substanz, 56 Blättchen von *Juglans regia* gaben 2·435 Grm. feste Substanz. Jene 0·892 Grm. enthielten 0·391 Grm. Zucker und in Zucker überführbare Substanzen, die 2·435 Grm. trockener Substanz der Nussblätter enthielten 0·580 und 0·393 in Zucker überführbare Substanzen. In pCt. berechnet erhielten wir für jene 43·8% von diesen 23·82% + 16·14% = 39·96%.

Da nach dem am 19. Juni erfolgten Regengusse wieder trockenes und heiteres Wetter eintrat, so war der auf kurze Zeit verschwundene

Honigthau bald wieder in der vorigen Ausdehnung, ja noch intensiver aufgetreten. Dies veranlasste mich mit den Blättern von *Juglans regia*, die mir in grosser Menge zu Gebote standen, und zwar mit den Blättern des nämlichen Wallnussbaumes, der mir zur früheren Untersuchung dienlich war, eine nochmalige Analyse vorzunehmen und sie mit noch grösserer Sorgfalt durchzuführen. Ich gebe die Resultate davon in nachstehender Tabelle, worin ich auch die Zahlenverhältnisse der früheren Untersuchungen vergleichungsweise zusammengestellt.

Die Versuchs-Pflanzen waren	Zeit der Einsammlung	Zahl der Blätter oder Blättchen	Gesammtblattfläche in Quadratzoll	Gaben i. Wass. lösl. Substanz eingtrock. Grm.	Dieselbe enthielt in Gramm				Dieses in pCt. berechnet			
					Trauben-zucker	Gummi	Unlösliche Substanzen	Manit, Salze u. s. w.	Trauben-zucker	Gummi	Unlösliche Substanzen	Manit, Salze u. s. w.
Carpinus Betulus	16. Juni 1856	130	424	1·434	0·263	0·116	. .	. .	25·313	8·159	. .	. .
Quercus peduncul.	16. Juni 1856	179	499	0·892	0·391		. .	. .	43·8		. .	. .
Juglans regia	18. Juni 1856	56	626	2·435	0·580	0·393	. .	. .	23·82	16·14	. .	. .
Juglans regia	26. Juni 1856	33	325	0·529	0·135	0·105	0·004	0·285	25·52	19·85	0·75	53·88

Wenn schon in den angeführten Erscheinungen eine Menge Thatsachen liegen, welche für diese Fälle den Honigthau als eine Se- und Excretionssubstanz der Blätter höchst wahrscheinlich machen, so lag es mir doch sehr daran durch positive Beweise die Richtigkeit dieser Ansicht ausser Zweifel zu setzen.

Zu diesem Zwecke schloss ich sowohl abgepflückte als am Baume befindliche von allen parasitischen Thieren reine Blätter zwischen zwei etwa eine Linie von einander abstehende Glasplatten hermetisch ein. Die bereits darauf befindlichen punktförmigen Honigthautröpfchen wurden ihrer Zahl, Lage, Grösse und Form nach genau markirt und darüber ein Tagebuch geführt. Zu meinem grössten Leidwesen stellten sich aber in der Folge weder Argumente für die secretive Natur des Honigthaues noch gegen dieselbe heraus.

Die untersuchten Blätter blieben in beiden Fällen durch längere Zeit frisch und lebenskräftig, aber es trat weder eine Vergrösserung noch Veränderung an jenen Honigthaupunkten ein, ja es zeigte sich vielmehr schon nach einigen Tagen ein Verschwinden derselben. Da es auf diese Art nicht ging, stellte ich den Versuch in anderer Weise an, welche mir durch die Natur selbst angedeutet wurde, freilich ohne dabei einen Abschluss von Insecten bewirken zu können. Ich wusch nämlich mit destillirtem Wasser sorgfältig mehrere wohlbezeichnete Blätter des oft genannten Wallnussbaumes, und beobachtete nun die vollkommen gereinigten Blätter mit besonderer Berücksichtigung der Blattläuse, welche sich allerdings hie und da auf den Versuchsblättern einstellten, jedoch bei jedesmaliger Beobachtung, welche mehrmals des Tages stattfand, immer wieder davon entfernt wurden. Die zum Versuche gewählten Blätter waren übrigens die vom Stamme entferntesten, und es konnten daher nicht leicht von andern darüber befindlichen Blättern Tröpfchen, wenn auch noch so klein, auf sie herunterfallen. Nichtsdestoweniger boten auch diese gewaschenen Blätter schon nach 6 Stunden hie und da sehr kleine glänzende Punkte von Honigthau dar, die sich vor Ablauf von 24 Stunden bedeutend vergrösserten und zu denen sich noch viele neue gesellten.

Dies so wie die ähnliche Erscheinung, welche sich jedesmal kurz darauf nach jedem Regen einstellte, scheint mir nach allen seinen Nebenumständen betrachtet, mehr zu Gunsten einer Secretion von Seite des Blattorganes als zu Gunsten einer fremdartigen zufällig auf die Blätter gelangten Substanz zu sprechen.

Ich kenne die Excremente der Blattläuse in ihrer chemischen Zusammensetzung zu wenig genau, um nicht auch von daher ein Argument für den Honigthau als Erzeugniss der Blattsubstanz nehmen zu können. Zwar ist es gewiss, dass Zucker in den meisten Fällen in den Darmexcrementen der Blattläuse vorhanden ist, und es ist ja eben dieser Umstand, welchen andere Insecten, besonders Ameisen, in deren Nähe lockt, da sie zum Theil von diesen süssen Excrementen leben, es scheint mir jedoch unwahrscheinlich, dass auch das so leicht verdauliche Gummi, welches sie mit dem Pflanzensafte in geringer Menge aufnehmen, als Residuum der Verdauung und zwar, wie oben gezeigt, in so bedeutender Menge ausgeschieden werden soll. In diesem Falle würde der so namhafte Gummigehalt des Honigthaues eher auf eine Secretion der Blätter als auf eine Excretion der Blattläuse hinweisen.

Es ist endlich eine allgemeine Regel, dass der Honigthau nur an der Oberseite der Blätter erscheint. In den beiden in dieser Schrift von mir erwähnten Fällen war es so. Bemerkt man den Honigthau ja zuweilen ausser der Oberseite auch auf der Unterseite der Blätter, so ist er sicherlich durch Berührung eines nachbarlichen mit Honigthau versehenen Blattes dahin gelangt, was um so evidenter ist, als er da nie in Form von Tröpfchen, sondern als verwischte Flecken auftritt. Jede leise Bewegung durch Erschütterung bei Bewegung der Luft ist dies zu bewerkstelligen im Stande.

Diese Erscheinung lässt sich mit den Excretionen der Aphiden schlechterdings nicht in Einklang bringen. Sollte der Honigthau von der Anwesenheit jener Thiere auf denselben oder den benachbarten Blättern herrühren, so müsste man ihn auf der Unterseite eben so häufig als auf der Oberseite derselben wahrnehmen, ja man würde sogar nach der bekannten Lebensweise der Thiere auf der Unterseite der Blätter ihn vorzüglich hier beobachten müssen. Auch ein Übertragen des Honigthaues aus der Entfernung, etwa dadurch, dass derselbe von den Aphiden mit grösserer oder geringerer Gewalt aus dem After fortgespritzt würde, stosst auf dieselben Schwierigkeiten bei der Vergleichung mit den beobachteten Thatsachen.

Endlich sind das meist verstreute Auftreten der Anfänge des Honigthaues die Vertheilung über die ganze Blattfläche, so wie die allmähliche Vergrösserung der Tröpfchen sicherlich noch Momente, die für die secretive Natur des Honigthaues sprechen. Nach allem dem lässt sich somit wenigstens für eine gewisse Reihe von Erscheinungen der Honigthau nur als eine Excretion der Blattsubstanz ansehen, und es erscheint vor allem die Epidermis der Oberseite der Blätter, welche diese Function vollführt, was sehr wohl durch den eigenthümlichen Bau derselben und durch die an dieselbe sich anschliessende Gruppirung der Elementartheile der Blätter dereinst sicher ihre Erklärung finden wird.

Neuerlichst hat Herr Th. Gümbel eine von den früheren Ansichten abweichende Theorie der Bildung des Honigthaues vorgebracht [1]). Er will den Pollen, welcher zufällig auf die Epidermis der Blätter fällt, als nächste Ursache jener Erscheinung ansehen.

---

[1]) Über die Entstehung und das Wesen des sogenannten Honigthaues. Jahresbericht der k. Landwirthschafts- und Gewerbsschule zu Landau in der Pfalz für das Studienjahr 1855/56.

Es kann hier nicht meine Absicht sein, in eine Kritik dieser Anschauungsweise einzugehen, noch weniger Thatsachen vorzulegen, die für oder wider diese Theorie sprechen. Jedenfalls scheint es mir aber der Mühe werth zu sein, bei einer wiederholten Gelegenheit der Beobachtung jenes interessanten Phänomens auch der Schicksale der zufällig in den flüssigen und klebrigen Honigthau gelangenden fremden Körper, namentlich des Pollens nachbarlicher Pflanzen mit grösserer Aufmerksamkeit zu gedenken, als es bisher geschehen ist.

VI.

Öffnen und Schliessen der Spaltöffnungen bei Pflanzen.

In den inductiven Wissenschaften muss man häufig froh sein, durch die Feststellung einer Thatsache auch nur einen kleinen Schritt vorwärts gethan zu haben.

Die Pflanzenphysiologie, eine in der Entstehung begriffene Wissenschaft, steht noch auf so schwankenden Füssen und hat noch eine so wenig solide Unterlage, dass eine Erfahrung, welche als Anhaltspunkt für weitere Forschungen und als gesicherte Grundlage von Schlüssen verwendet werden kann, immerhin einigen Werth besitzt.

Dieser Fall ist mit der Erkenntniss von den Veränderungen, welche jene mikroskopisch kleinen, aber zahlreichen Öffnungen der Pflanzen, welche man Spaltöffnungen nennt, in Folge verschiedener Einflüsse im täglichen Lebensgange erleiden.

Bisher ist es der Anatomie zwar gelungen, den Bau jener kleinen Spiracula ausfindig zu machen, die Entstehungsweise zu verfolgen, auch die Zahl, Grösse und Vertheilung derselben über die Oberfläche der Pflanze zu ermitteln. Sie hat durch vergleichende Untersuchungen in Erfahrung gebracht, dass dieselben bei verschiedenen Pflanzen sowohl ihres Vorkommens als ihrer Form nach sehr grossen Abänderungen unterworfen sind; sie hat aber zugleich nachzuweisen gesucht, wie dieselben in allen Fällen mit den Lufträumen des Innern der Pflanze in Verbindung stehen, gleichsam ihre Öffnungen nach aussen darstellen, und für den Verkehr der luftförmigen Körper, welche die Pflanze umgeben und in ihr enthalten sind, die einzigen directen und unmittelbaren Wege sind.

Weiter ist die Anatomie nicht gegangen, und konnte auch von ihrem Standpunkte aus nicht leicht gehen, weil die Veränderung,

welche man an diesen winzigen Öffnungen mit Hilfe starker Vergrösserungen zu bemerken im Stande war, bei weitem nicht ausreichte, um darüber etwas Endgiltiges zu erfahren. Vor Allem blieb die in mancher Beziehung so wichtige Frage, ob diese Öffnungen verschlossen werden können, ob Öffnen und Schliessen in der lebenden Pflanze mit einander regelmässig abwechseln u. s. w. unentschieden, insoferne Muthmassungen, an denen es zwar nicht fehlte, für keine genügenden Antworten angesehen werden können. Es ist leicht einzusehen, dass ein Öffnen und Schliessen der zwischen den halbmondförmigen Zellen befindlichen Spalte zunächst nur durch diese selbst bewerkstelligt werden und nur darauf beruhen kann, dass verschiedene Zustände der Turgescenz ein Näheraneinanderrücken und Entfernen ihrer inneren freien Seiten und Ränder hervorbringen.

Während man nach den allgemeinen Gesetzen der Ausdehnung in Folge der Endosmose glauben sollte, dass nur ein Turgescenzzustand der Porenzellen ein Aneinandertreten und Schliessen der Spalte zu bewirken im Stande wäre, hat Schleiden die entgegengesetzte Ansicht ausgesprochen, indem er den Zustand der Collabescenz als jenen bezeichnete, der den Schluss der Zellen bewerkstelligen sollte.

In Folge sorgfältiger anatomischer Untersuchungen über die Spaltöffnungen und einiger zur Lösung obiger Frage angestellten Versuche glaubte ich den Satz aussprechen zu dürfen, dass die verschiedenen Turgescenzzustände der Spaltöffnungszellen jedenfalls so gering sein müssen, dass sie auf die Erweiterung und Verschliessung der Spaltöffnung keinen merkbaren Einfluss nehmen, ja dass die Lage und Anheftungsweise jener Zellen in vielen Fällen von der Art seien, dass dergleichen Veränderungen gar nicht stattfinden können. Ich operirte damals nicht mit Substanzen, welche durch ihre Eigenschaft der Zelle Flüssigkeit zu entziehen, sich besonders eignen, verschiedene Grade der Turgescenz beliebig hervorzurufen, sondern ich begnügte mich, die beiden Extreme der Trockenheit und vollkommenen Befeuchtung mit einander zu vergleichen. Eine Reihe in einer gewissen Richtung ausgeführter Versuche brachten mich jedoch über diesen Punkt bald auf Gedanken, die sich mit diesen meinen Ansichten nicht vereinbaren liessen, zugleich mir aber einen Fingerzeig gaben, auf welche Weise die Sache zur Entscheidung zu bringen sei.

Ich war mit einem meiner Schüler, Herrn Dr. Leitgeb, eben beschäftigt, die luftführenden Organe der Pflanze einer nähern Untersuchung zu unterziehen und den Zusammenhang derselben mit den Spaltöffnungen durch Injectionen zu prüfen, als derselbe auf den Einfall gerieth, mittelst gewaltsamen Einblasens von Luft dieselbe durch die Pflanzentheile hindurch zu pressen. Schon der erste Versuch mit dem hierzu in mehrfacher Beziehung höchst tauglichen Blatte von *Allium fistulosum*, welches mit der Spitze ins Wasser getaucht am andern Ende aufgeblasen wurde, gelang vollständig. An der ganzen Blattoberfläche traten unzählige Luftbläschen auf einmal hervor, die sich mit einander zu grossen Blasen vereinigten und nach und nach von dem Blatte ablösten. Mit der Vermehrung des Druckes wurden die Luftblasen nur häufiger und das Phänomen überraschender.

Eben so leicht, ja noch leichter gelang dasselbe Experiment an den Blättern von *Allium Cepa*, mehreren *Iris*-Arten, an Stengeln von *Equisetum* und *Hippuris*, an hohlen Stengeln von Compositen und Umbelliferen; kurz es zeigte sich, dass man auf eine ganz einfache Weise durch einen passend angebrachten Druck sich von der Wegsamkeit der luftführenden Räume und deren unmittelbaren Zusammenhang mit den Spaltöffnungen zu überzeugen im Stande ist.

Doch wie überraschend wurde derselbe Versuch, als es sich bei weiterer Verfolgung desselben herausstellte, dass selbst eine geringe Menge von Feuchtigkeit, im Anblasen durch die Luftgänge durchgetrieben, sogleich ein Stocken des Luftaustrittes hervorbrachte und dass ein vollends mit Wasser injicirter Theil auf keine Weise für die Luft wegsam gemacht werden konnte.

Der Grund dieser Erscheinung liess sich nur entweder in der Adhäsion des Wassers an die Wände der sehr engen, luftführenden Intercellulargänge, welche die beim Einblasen entwickelte Kraft nicht zu überwinden im Stande ist, suchen, oder darin, dass die oberflächlichen Ausführungsgänge derselben — die Spaltöffnungen — durch ihre Verschliessung das Hemmniss herbeiführten.

Es waren nun durch neue Versuche zu ermitteln, welche von diesen beiden Ursachen hierbei geltend gemacht werden konnte.

Um die Kraft zu ermitteln, welche nöthig war, das von innen in die Luftgänge eingetriebene Wasser durch die Capillaren der Intercellulargänge durchzupressen, wurde ein mehrere Zoll langer Endtheil einer Blatttutte von *Allium fistulosum* über das Ende eines Glas-

rohres gezogen und mittelst einer passenden Ligatur luftdicht an dasselbe befestigt [1]. Nachdem das Ganze senkrecht aufgehangen wurde, füllte ich es mit Wasser. Es zeigte sich hierbei, dass erst bei dem Drucke einer Wassersäule von 8 Fuss Länge die äussere Oberfläche des Blattes nass zu werden anfing, somit erst der Druck von $1/4$ Atmosphäre das Wasser von Innen nach Aussen durchzupressen im Stande war. Im Ganzen war der Wasserdurchgang sehr gering, und betrug in 24 Stunden nicht mehr als 7 Cent. Met. Kub. Das durchgepresste Wasser hatte in diesem Falle zuerst die in den Intercellulargängen vorhandene Luft zu entfernen, an dessen Stelle es eindrang, und dann erst durch die Spaltöffnungen auf die Oberfläche hervorzutreten, — ein Vorgang, der nur theilweise und langsam stattfinden konnte. Eine Modification dieses Versuches liess mich jedoch bald erkennen, dass in der That die Adhäsion der Luft an die Wände der Zwischenzellengänge viel beträchtlicher ist, als die Anziehung des Wassers an dieselbe. Denn bringt man vor Anstellung desselben Versuches durch irgend eine Operation erst die Luft aus den Luftgängen hinweg, so erfolgt der Wasserdurchgang sehr leicht und durch eine viel geringere Kraft.

Um dieses auszuführen, wurde ein ähnliches Blatt von *Allium fistulosum* durch 24 Stunden unter Wasser im luftverdünnten Raume unter dem Recipienten einer Luftpumpe gelassen, und nachdem es vollkommen mit Wasser injicirt war, gleich den andern an eine Glasröhre befestigt. Es zeigte sich, dass eine 8 Fuss hohe Wassersäule das Wasser der Art durchzupressen im Stande war, dass alle Minuten ein Tropfen durchging und in 24 Stunden 30 Cent. Met. Kub. durchgepresst waren. Das Blatt verhielt sich in diesem Falle wie ein befeuchteter Schwamm.

Es zeigen diese Versuche ausser der Wegsamkeit der luftführenden Räume und ihrer äusseren Öffnungen für Gase und Flüssigkeiten nur so viel, dass die Anziehung der Oberfläche der capilaren Räume für dieselbe sehr verschieden ist, ohne dabei zu ermitteln, wie viel die verschiedenen Turgescenzzustände der von den Zellen umschlossenen superficiellen Öffnungen hierbei Antheil nehmen.

---

[1] Ich bemerke hierbei, dass die Wahl des Glasrohres sich nach der Weite des Blattes richten muss, der Art, dass dieses beim Darüberziehen über jenes knapp an dasselbe anliegt.

Um dies mit Sicherheit in Erfahrung zu bringen, musste ich zu den ersteren Versuchen zurückkehren und sie exacter ausführen. Zu dem Zwecke nahm ich ein am Ende hufeisenförmig gebogenes Rohr und setzte auf den kürzeren Schenkel eben wieder ein Blatt von *Allium fistulosum* luftdicht auf. Statt durch den Mund die Luftpressung auszuführen, überliess ich dies einer Quecksilbersäule, welche beliebig verlängert oder verkürzt werden konnte. Liess man nun einen Druck von etwa 1—2 Zoll auf die Wände des Blattes einwirken und stellte diese Vorrichtung so weit unter Wasser, dass die Oberfläche desselben die Spitze des Blattes noch bedeckte, so konnte man auf der ganzen äusseren Oberfläche desselben das Hervortreten von Luftblasen wahrnehmen, welches so lange dauerte, als der gleiche Druck durch im langen Schenkel nachgegossenes Quecksilber erhalten wurde. Dieser Versuch gelang nicht blos mit dem Blatte von *Allium fistulosum* und andern *Allium*-Arten, ferner mit dem Blatte von *Nymphæa alba*, sondern auch mit beblätterten Stengeln von *Hippuris vulgaris, Equisetum limosum*, besonders schön mit jenen von *Lysimachia thyrsiflora* [1]), *Menyanthes trifoliata* und im minderen Grade auch mit den blühenden Stämmchen von *Gratiola officinalis* und anderen Pflanzen, ja es war diesfalls ganz gleichgiltig, ob wie bei *Allium* und *Nymphæa* einzelne Blätter, oder wie bei den übrigen Pflanzen ganze mit Blättern und Blüthen besetzte Stengeln zum Versuche angewendet wurden. In allen Fällen ging, wie es sich von selbst versteht, die Entwicklung der Luftblasen nur von jenen Theilen der Pflanze und von jenen Flächen der Blätter aus, welche mit Spaltöffnungen versehen waren, wesshalb zum Beispiele bei diesen Versuchen Luft an den Blättern von *Nymphæa* nur an der Oberseite — (die Unterseite hat keine Spaltöffnungen) —, dagegen an den Blättern von *Lysimachia* und *Menyanthes* nur an der Unterseite hervortrat, indem beide nur an der Unterseite der Blätter dagegen höchst sparsam an der Oberseite mit Spaltöffnungen versehen sind.

Ich glaube nicht besonders bemerken zu müssen, dass bei den vielfältig hierüber angestellten Versuchen viele Fälle vorkamen, wo indem der Stengel oder die Blätter kleine Verletzungen besassen, durch eben diese verletzten Stellen gleichfalls Luft hervortrat, was wohl nicht anders sein konnte, indess auf den Gang des Versuches so wie

[1]) Siehe die beigefügte Abbildung.

auf das Resultat in den meisten Fällen von keinem erheblichen Einfluss war.

Ganz anders verhielt sich aber die Sache, wenn dieselben Versuche an den nämlichen Pflanzen nach kürzerer oder längerer Zeit wieder angestellt wurden, vorausgesetzt, dass, um die in das Glasrohr eingekitteten Pflanzen frisch zu erhalten, dieselben unter Wasser bewahrt wurden. Schon nach 24 Stunden konnte man mit Erstaunen wahrnehmen, dass dieselben Individuen und unter den gleichen Umständen keine Luft mehr aus ihrer Oberfläche hervortreten liessen, selbst wenn der Druck durch Erhöhung der Quecksilbersäulen um ein Bedeutendes vermehrt wurde. Am schmiegsamsten bewährte sich hierbei unter den Versuchspflanzen *Allium fistulosum* und *Lysimachia thyrsiflora*, schwieriger verhielt sich *Menyanthes trifoliata* und bei *Gratiola* sowie bei *Nymphaea* war alles wie abgeschnitten. Nach abermal 24 Stunden folgten auch diejenigen Versuchspflanzen, welche früher bei verstärkter Pressung noch sparsam Luft hindurch liessen den übrigen und nach 3 bis 4 Tagen war man nicht mehr im Stande selbst bei einem Quecksilberdrucke von 7 Zoll auch nur die geringste Menge Luft durchzupressen. Da der Raum im unteren Schenkel des Glasrohres möglichst trocken erhalten wurde, somit von hier aus keine Feuchtigkeit in die luftführenden Räume eindringen, der Turgescenzzustand der die Capillaren bildenden Zellen nicht verändert sein konnte, so muss die Schliessung jener Haarröhrchen nur an den Enden erfolgt sein. Diese hier fortwährend mit Wasser in Berührung, haben also, wie nicht anders möglich, durch Aufnahme desselben in die halbmondförmigen die Spalte unmittelbar begrenzenden und diesen nachbarlichen Epidermiszellen eine derartige Verengerung der Spalte und Verschliessung herbeigeführt, dass selbst ein Druck von ¼ Atmosphäre dieselbe nicht wegsam zu machen im Stande war. Es darf uns aber diese Kraft, mit welcher die Schliessung der Spaltöffnung in dem Falle ausgeübt wird, darum nicht wundern, weil wir durch hundert andere Vorgänge der Endosmose auf die Pflanzensubstanz eine noch viel grössere Kraftentwicklung an täglich vor unseren Augen vor sich gehende Erscheinungen wahrzunehmen im Stande sind.

Durch diesen Versuch glaube ich jedoch auf das schlagendste nicht nur zwei verschiedene Zustände der Spaltöffnung, einen geöffneten und einen geschlossenen erwiesen, sondern damit zugleich gezeigt

zu haben, dass der Turgescenzzustand der Spaltöffnungszellen, sowie der gleichzeitig erfolgende Turgescenzzustand der Epidermiszellen keineswegs das Öffnen, sondern umgekehrt das Schliessen der Spalte hervorbringt. Dies Ergebniss ist einigermassen im Widerspruche mit den vortrefflichen Untersuchungen, welche erst kürzlich über die Ursachen der Erweiterung und Verengerung der Spaltöffnungen von Herrn H. v. Mohl angestellt wurden [1]), wesshalb ein näheres Eingehen auf die Erklärung jenes Phänomens hier nicht am unrechten Orte sein wird.

Die Untersuchungen von H. v. Mohl haben auf das unwiderleglichste nachgewiesen, dass das Erweitern und Verengern der Spaltöffnung nicht blos die Wirkung der dieselbe unmittelbar umgebenden Porenzellen, sondern zugleich als die Wirkung der nachbarlichen Epidermis angesehen werden muss, und dass nur eine ungemein günstige Lage der ersteren, die sie unabhängiger als gewöhnlich macht, den Effect mehr ihnen als den Epidermiszellen zuwendet.

Dieselben Untersuchungen haben ferner gelehrt, dass die durch Wasseraufnahme bewirkte Turgescenz der Porenzellen ihre Wirkung mehr in senkrechter Richtung auf die Blattfläche als in horizontaler ausübt, daher ein Heben derselben, und damit ein Erweitern nicht ein Verengern der dazwischen liegenden Spaltöffnung bewirkt, endlich dass die zarteren Porenzellen besonders vermöge ihres fortwährenden Umwandlungen unterworfenen Inhalts durch den dauernden Einfluss des Lichtes lebhaftere endosmotischen Wirkungen unterliegen als die benachbarten wenig lebendigen Epidermiszellen. Alle Veränderungen, welche demnach in dem täglichen Leben der Pflanzen vor sich gehen, haben nicht nur mannigfaltig wechselnde Zustände von Öffnen und Schliessen der Spaltöffnung zur Folge, sondern diese Bewegungen selbst sind zugleich das Resultat sehr complicirter Vorgänge und zum grossen Theile von der Structur der betreffenden Organe selbst abhängig.

Wie Hr. v. Mohl selbst Beispiele anführt, sind Turgescenzzustände der Porenzellen, wenn diese in Verbindung mit den Epidermiszellen stehen, häufig nicht mit Erweiterung, sondern mit Verengerung der Spaltöffnung verbunden. Zu diesen Fällen gehören offenbar auch die von mir untersuchten Pflanzen. Ihr längeres Ver-

---

[1]) Bot. Zeitung 1856, St. 40 und 41.

weilen im Wasser hatte jedoch nicht blos eine Verengerung der Spaltöffnung, sondern eine vollkommene Verschliessung zur Folge. Von den meisten der angeführten Pflanzen gehören die Spaltöffnungen zu den kleinen.

Bei *Menyanthes* . . beträgt d. Längendurchm. derselben 0·0120″
„ „ „ „ Breitedurchm. „ 0·0020 „
„ *Allium fistulosum* „ „ Längendurchm. „ 0·0090 „
„ „ „ „ „ Breitedurchm. „ 0·0026 „
„ *Nymphaea alba* „ „ Längendurchm. „ 0·0064 „
„ „ „ „ „ Breitedurchm. „ 0·0033 „
„ *Lysimachia thyrsiflora* der
Oberseite des Blattes { Längendurchmesser . . . . 0·0083 „
Breitedurchmesser . . . . 0·0022 „
Unterseite des Blattes { Längendurchmesser . . . . 0·0084 „
Breitedurchmesser . . . . 0·0050 „
Bei *Gratiola officinalis* beträgt der Längendurchm. derselb. 0·0120 „
„ „ „ „ „ Breitedurchm. „ 0·0023 „

Es ergibt sich hieraus wie gering die Zunahme des Querdurchmessers oder die Verschiebung der Spaltöffnungszellun nach einwärts sein dürfen, um eine gänzliche Verschliessung der Öffnung herbeizuführen.

Während nach v. Mohl bei einzelnen Pflanzen der Spielraum von der grössten Erweiterung bis zur vollkommenen Schliessung der Spalte auf $^1/_{64}$‴ steigt und wie ich ihn z. B. bei *Lilium Martagon* noch $^1/_{172}$‴ fand, beträgt er in obigen Fällen durchaus nicht mehr als $^1/_{400}$‴.

Allein es handelt sich hier nicht blos um eine Annäherung der Innenflächen der beiden Porenzellen, sondern um ein festes Aneinanderschliessen, welches selbst ein senkrecht darauf angebrachter Druck von $^1/_4$ Atmosphäre, ja, wie ich zum Beispiele bei *Lysimachia* und *Gratiola* erfuhr, selbst von $^1/_2$ bis $^3/_4$ Atmosphäre nicht zu überwinden im Stande war. Es beweist dies, dass der Turgescenzzustand der Porenzellen wesentlich durch den Turgescenzzustand der Epidermiszellen unterstützt sein musste.

Nur einen Fall, nämlich bei den Orchideen, wo der Turgescenzzustand der Porenzellen und der Epidermis überhaupt nicht ein Schliessen, sondern stets ein Öffnen der Spalte bewirkt, galt es noch mit den obigen Versuchen in Vergleichung zu bringen. Werden Blätter dieser

Pflanzen, wie in oben angegebenen Versuchen in den kürzeren Schenkel einer hufeisenförmig gebogenen Röhre eingekittet und dieselbe unter Wasser gebracht und durch Hineingiessen des Quecksilbers in den längeren Schenkel der Röhre ein Druck auf die Luft zwischen dem Grunde des Blattes und des Quecksilbers angebracht, so muss, falls jene Theorie richtig ist, anfänglich wenig oder keine Luft durch die Spaltöffnungen durchgehen, in der Folge aber, sobald die Einwirkung des Wassers auf die Porenzellen erfolgte und die Öffnung der Spalte bewirkte, ein Durchströmen oder sogar ein rascheres Durchgehen der Luft zu beobachten sein.

Diesen Versuch stellte ich an Blättern von *Orchis maculata* und *Gymnadenia conopsea*, welche mir eben zu Gebote standen, wirklich an. Ich überzeugte mich von der Wegsamkeit der Intercellulargänge, was allerdings bis in die Spitze der Blätter der Fall war, aber — es ging weder gleich nach dem Eintauchen in das Wasser, noch nach Einwirkung desselben während 8—9 Stunden, ja selbst nach Verlauf von 24 bis 36 Stunden nicht im Mindesten Luft aus den Spaltöffnungen hervor. Ganz dasselbe zeigten auch die Blätter von *Lilium Martagon* und *Lilium candidum*, die zu gleichen Erwartungen berechtigten.

Gleichzeitig mit diesen hatte ich auch mit Blättern von *Amaryllis aulica* und *Iris pallida* experimentirt. Welch' ganz anderer Effect in beiden! Der Druck von 2″ Quecksilber brachte ein so häufiges Hervortreten von Luftblasen an beiden Blattflächen dieser Pflanzen zu Stande, wie dies bei keiner andern Pflanze, die ich bisher in dieser Rücksicht untersuchte, der Fall war. Es erfolgte der Durchgang der Luft durch die Spaltöffnung so lange, als noch irgend ein Druck stattfand und hörte erst nach ungefähr 2 Stunden auf, nachdem das Gleichgewicht des Quecksilbers in beiden Schenkeln der Röhre hergestellt wurde.

Es war auch hier die Frage, ob nach längerer Einwirkung des Wassers auf die Oberfläche dieser Blätter wie in allen übrigen Fällen ein Schliessen der Spaltöffnungen erfolge oder nicht. Nach 8 bis 9 Stunden, als ich das Experiment wiederholte, war das noch nicht zu beobachten, im Gegentheile ging die Luft bei demselben Druck eben so rasch durch die Spaltöffnungen. Dasselbe war auch nach 24- bis 36stündiger Einwirkung des Wassers der Fall. Es zeigten daher diese beiden Pflanzen einen auffallenden Unterschied gegen alle früheren

und es war zu vermuthen, dass in beiden Fällen der Einwirkung des Wassers auf die Epidermis und die Spaltöffnungszellen irgend ein Hinderniss entgegengetreten sei.

In der That war es nicht schwer, in dem wachsartigen Überzuge, welcher dieselben Blätter, besonders aber das Blatt von Iris zeigte, den Grund der nicht erfolgten Endosmose zu suchen. Die Sache war bald entschieden, nachdem ich einen kleinen Theil von jedwedem Blatte mit einem Badeschwamme durch mehrmaliges Abwischen von dem Wachsüberzuge befreite.

Als ich nun in angegebener Weise das Experiment wiederholte, gingen aus den unberührten Theilen nach wie vor zahlreiche Luftblasen hervor, aber es zeigte sich auch nicht ein einziges Bläschen an jenen Stellen, welche mit dem Schwamme abgewischt wurden. Die endosmotische Wirkung der Poren und der Epidermiszellen musste nach dieser Operation augenblicklich erfolgt sein.

Dieser Umstand leitete mich auf den Gedanken, ob nicht auch irgend ein die Aufsaugung hindernder Überzug bei den Orchideen- und den beiden Lilien-Blättern die erwartete Wirkung verhinderte. Ich wusch demnach auch die Blätter dieser Versuchspflanzen stellenweise mit Wasser, allein der Erfolg war trotzdem kein anderer. —

Um sich nach allem dem eine bestimmte Ansicht zu bilden, wird es erspriesslich sein, einen Blick auf die Structur der betreffenden Porenzellen und ihre seitliche Umgebung zu werfen. Es unterliegt keinem Zweifel, dass die Porenzellen von *Lilium* und *Gymnadenia* Fig. **1**, **2**, **3**, **4** *k* gegen die angrenzenden Epidermiszellen *l* ein viel unabhängigeres Verhältniss besitzen als die Porenzellen von *Amaryllis*, *Iris*, *Asphodellus* u. s. w., Fig. **5**, **6**, **7** *k*, indem diese in verschiedenem Grade von den nachbarlichen Epidermiszellen bedeckt, und in deren seitliche Ausbuchtungen aufgenommen werden, was bei ersteren nicht der Fall ist, da sie in demselben Horizont mit den Epidermiszellen liegen und mit diesen seitlich nur an einer kleinen Stelle zusammenhängen. Während also die geringsten durch Endosmose bewirkten Veränderungen der Epidermiszellen auf die von ihnen verborgenen und in sie aufgenommenen Porenzellen einwirken müssen, ist das bei den freigelegenen Porenzellen nicht oder doch wenigstens in viel beschränkterem Sinne der Fall. Wenn also irgendwo Bewegungserscheinungen in den Porenzellen auftreten, die ihnen eigenthümlich und unabhängig von den Nachbarzellen zukommen, so kann das nur bei den freien

Porenzellen der Fall sein; in allen übrigen Fällen werden dieselben niemals zur Geltung kommen, da sie von den bei weitem stärkeren Wirkungen der sie einschliessenden Epidermiszellen verdunkelt werden. Was auch die Wirkung der Feuchtigkeit auf die Porenzellen ist, so könnte sie sich jedenfalls nur bei freien Zellen kund geben.

Dass dies aber auch hier nicht der Fall ist, beweisen die oben angeführten Versuche an *Orchis-*, *Gymnadenia-* und *Lilium*-Blättern nur zu deutlich. Wenn bei diesen auf kleinen unter Wasser befindlichen Schnittchen die Spaltöffnungen sich erweitern, so ist das nicht auch der Fall, wo die Oberhaut unverletzt in ihrer Verbindung mit den übrigen Theilen der Pflanze steht. Noch bevor es zu den vorzugsweise in senkrechter Richtung erfolgenden Ausdehnung der Porenzellen und der dadurch hervorgehenden Erweiterung der Spaltöffnung kommt, ist die secundäre Wirkung, welche von den angrenzenden Zellen ausgeht, bereits erfolgt, und statt der zu erwartenden Öffnung tritt vielmehr Schliessung der Spalte ein.

Auf eine ganz eigenthümliche Weise wirken Überzüge von nicht benetzbaren Substanzen, welche die Oberhaut sammt den Spaltöffnungen überziehen. (Fig. 5, 6, 7.)

Hier wird die Einwirkung des Wassers auf die Oberfläche gleich Null und sie beginnt erst dann, wenn der Überzug durchdrungen oder absichtlich entfernt wird. Das Öffnen der Spalten ist hier keineswegs als die primäre Wirkung der Feuchtigkeit auf die Porenzellen zu betrachten, wohl aber ist die Schliessung derselben dem rasch fortgepflanzten Einflusse der Epidermis auf die Porenzellen zuzuschreiben.

Erklärt man nun das Verhalten der Orchideen- und Lilienblätter, zu welchen sich sicher noch viele andere gesellen werden, dadurch, dass durch die Benützung der Oberfläche mit Wasser der seitliche Druck von den Epidermiszellen die senkrechte Ausdehnung der Porenzellen überwiegt, so würden diese Blätter unter allen die empfindlichsten für superficielle Wasseraufnahme bilden, darauf folgen alle anderen, welche oben als Versuchspflanzen namhaft gemacht wurden, und die unempfindlichsten werden die mit einem Wachsüberzuge versehenen sein.

Es geht aber hieraus jedenfalls mit Sicherheit hervor, dass atmosphärische Zustände, welche eine reichliche Dunstmenge führen oder wässerige Niederschläge zur Folge haben, auf die meisten Pflanzen dadurch einwirken, dass sie die Spaltöffnungen schliessen.

Viel ungewisser sind dermalen noch jene äusseren Einwirkungen, welche ein über das gewöhnliche Mass des Offenseins erfolgte Aufschliessung der Spalte bewirken. Die in der erwähnten Abhandlung v. Mohl's angeführten Beobachtungen möchten indess mit Grund vermuthen lassen, dass erhöhte Wärme und Lichteinfluss eine beträchtliche Erweiterung der Spalte bewirken. Dies wird auch durch die Beobachtung unterstützt, dass die Verdunstung der Zellflüssigkeit eben der Pflanzen durch ihre Oberfläche bei vermehrter Wärme und directer Einwirkung des Sonnenlichtes am raschesten vor sich geht. und dass jene Theile dazu am meisten beitragen, welche mit den zahlreichsten und grössten Spaltöffnungen versehen sind.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Eine Spaltöffnung von der Unterseite des Blattes von *Lilium candidum* 590mal vergrössert, unter Wasser, welches durch die verletzten Epidermiszellen *ll* von allen Seiten freien Zutritt hatte, betrachtet.

Die eigentliche Spalte, die man im Hintergrunde der Vorspalte ansichtig wird, ist auf $\frac{1}{500}'''$ geöffnet, schliesst sich aber auf Anwendung von Zuckerwasser vollständig.

Fig. 2. Spaltöffnung von der Oberseite des Blattes derselben Pflanze im auf die Axe senkrecht geführten Querschnitte. Die beiden Porenzellen *kk* mehr geschlossen. Durch hautartige Fortsätze an der Ober- und Unterseite entstehen Höhlungen oder Höfe vor und hinter der eigentlichen Spalte, welche durch die Vor- und Hinterhofspalte nach aussen und innen münden.

Fig. 3. Eine Spaltöffnung des Blattes von *Gymnadenia conopsea R. Br.* mit den angrenzenden Epidermiszellen unter Wasser 360mal vergrössert.

Die eigentliche Spalte ist halb geschlossen, schliesst sich aber auf Zuckerwasser ganz.

Fig. 4. Querschnitt durch dieselbe Spaltöffnung; *kk* Spaltöffnungszellen, *ll* Epidermiszellen.

Fig. 5. Querschnitt einer Spaltöffnung des Blattes von *Asphodellus ramosus*. Vergrösserung $^{590}/_{1}$.

Man sieht über die Porenzellen *kk* und ober der Epidermis *ll* eine dünne körnige Wachsschichte.

Fig. 6. Querschnitt einer Spaltöffnung des Blattes von *Amaryllis aulica* mit dem Wachsüberzug. Vergrösserung $^{360}/_{1}$.

Fig. 7. Querschnitt einer Spaltöffnung der Aussenseite des Blattes von *Iris pallida* mit dem Wachsüberzug. Vergrösserung $^{360}/_{1}$.

Fig. 8. Gefäss mit Wasser gefüllt, in welchem eine U-förmig gebogene Röhre befindlich, in dessen kürzerem Schenkel ein Zweig von *Lysimachia thyssiflora* luftdicht eingekittet ist. Die Röhre ist zum Theile mit Quecksilber gefüllt, wie es der Zustand am Beginne des Versuches zeigt. Grösse $^{1}/_{6}$.




a
b
f
i
d
d
h
g
c

Über die Plica nervi laryngei.

Von **Prof. Hyrtl.**

(Mit 1 Tafel.)

Ich bezeichne mit dem Namen *Plica nervi laryngei* eine zu beiden Seiten des *Aditus ad laryngem* gelegene Schleimhautfalte, welche in vollkommen entwickelter Form allerdings zu den seltenen anatomischen Vorkommnissen gehört, aber wegen ihrer praktischen, bei der Extraction fremder Körper aus der Speiseröhre sich Geltung verschaffenden Bedeutsamkeit, so wie in Hinsicht gewisser physiologischer Erscheinungen, welche von ihrer Gegenwart abhängig sind, mehr als eine werthlose Spielart ist.

Die vordere Rachenwand liegt, so weit sie dem Ringknorpel entspricht, an die hintere Rachenwand an. Nur im Momente des Schlingens drängt der Bissen beide von einander. Seitwärts vom Ringknorpel finden sich zwei Buchten, durch das Einsinken der Schleimhaut in den Hohlraum zwischen Ringknorpel- und Schildknorpelplatte. Sie verlängern sich seitwärts vom Giessbeckenknorpel nach aufwärts bis zum *Ligamentum glosso-epiglotticum laterale*. Diese Buchten sind auch ausser dem Schlingact, mit der hinteren planen Rachenwand natürlicherweise nicht in Contact. Von der Grenzlinie an, wo der Pharynx in den Ösophagus übergeht, müssen diese Buchten aufhören, also nach unten blind endigen, und können erst im Schlingact mit dem untern Pharynxende zum trichterförmigen Speiseröhreneingang zusammenfliessen. In diesen Buchten nun liegen die fraglichen Schleimhautfalten. Hat man sie einmal in ihrer vollen Entwicklung gesehen, was allerdings ein Seltenheitsfall ist, so wird man auch an vielen Kehlköpfen wenigstens Spuren ihres Vorkommens bemerken, welche, wenn obige Bedingung fehlt, nicht beachtet werden. Aus diesem Grunde fand die Sache so lange keine Aufmerksamkeit.

Unter 152 Leichen, welche ich in den beiden letzten Semestern auf das Vorkommen dieser Falte durchsah, kam sie in

vollständiger Entwicklung nur bei dreien vor. Alle drei Fälle betrafen Männer. Die Falte zieht sich von der Gegend des *Processus muscularis* der Basis des Giessbeckenknorpels, an der vorderen Wand jener eben erwähnten lateralen Buchten bis in die Nähe des abgerundeten Endes des grossen Zungenbeinhorns hin, durchschneidet somit den Raum der Bucht in schiefer Richtung nach aussen und oben, und trennt ihn in zwei kleinere Räume, von welchen der untere bei weitem grösser und tiefer als der obere erscheint, welcher letztere nur dann auch in die Augen fällt, wenn, wie es in der Abbildung der Fall ist, eine vom Seitenrande des Kehldeckels quer nach aussen zum grossen Zungenbeinhorn gerichtete accessorische Schleimhautfalte vorkommt.

Die Länge der Falte beträgt 10 Linien; ihre grösste Breite welche in ihre Mitte fällt, blos 3 Linien. Ihre Dicke ist allenthalben ziemlich gleichförmig. Beim Prüfen zwischen den Fingern fühlt man einen harten, nicht zusammendrückbaren, runden Strang in ihr. Die Breitenabnahme geschieht regelmässig nach beiden Enden hin; die Gestalt der Falte ist somit halbmondförmig. Spannung der Rachenschleimhaut in querer Richtung macht die Falte stärker hervortreten. Ihr concaver Rand sieht nach rück- und abwärts gegen die hintere Rachenwand. Sie überragt somit die unter ihr gelegene Bucht wie ein schräges Schirmdach, welches, wenn es den Druck des eben verschlungenen Bissens auszuhalten hat, sich an die unterliegende Wand (Schildknorpelplatte) anlegt, oder sich ihr wenigstens nähert, und die Bewegung des Bissens nicht im geringsten stört oder aufhält. Der von der Falte überragte Blindsack lässt sich an seiner untern Hälfte, wo er sich auf die Innenfläche der *Cartilago thyreoidea* stützt, wohl leicht verschieben, aber durch Fingerdruck nicht mehr ausbauchen, was nur an der oberen, dem *Ligamentum thyreo-hyoideum* anliegenden Hälfte des Sackes möglich ist.

Richtung und Länge der Falte stimmt mit jener des *Nervus laryngeus superior*, nach seinem Durchtritt durch die *Membrana thyreo-hyoidea*, überein. Schneidet man die Falte ein, so findet man den genannten Nerv zwar nicht unmittelbar im freien Rande derselben, welcher dann unmöglich so scharf und schneidend sein könnte, sondern $1/2$ — 1 Linie weit von ihm entfernt in der Substanz des lockeren Bindegewebes, welches die beiden Blätter der Falte aneinander hält. Er bildet den oben angeführten harten Strang in der Falte.

Kein Ast der *Arteria laryngea* begleitet ihn. Jener Zweig dieser Arterie, welcher gewöhnlich dem *Nervus laryngeus* bis zu dem *Musculus crico-arytaenoideus posticus* folgt, liegt im Befestigungsrande der Falte, also ziemlich weit vom Nerven entfernt.

Ausser jenen drei Fällen, in welchen die Falten die Breite von 3 Linien erreichten, kamen noch fünf andere mit geringerer, aber dennoch sehr auffallender Faltenbildung vor. Einer davon betraf eine Frau. Von Kindesleichen habe ich nur 16 untersucht, ohne mehr als eine Andeutung zu sehen, welche, wenn man es einmal weiss, zu welcher Grösse es die Falte bringen kann, auch an Kehlköpfen Erwachsener recht oft vorkommt, und deutlicher in die Augen fallen gemacht werden kann, wenn man auf die Schleimhaut dieser Rachenpartie einen solchen Zug ausübt, dass der *Nervus laryngeus superior* gespannt wird, und sich wie die Sehne des Bogens erhebt. Kürze des *Nervus laryngeus*, welche ihn nicht der krummen Wand der Bucht folgen, sondern sich mehr geradlinig durch dieselbe fortsetzen und dadurch die Schleimhaut vom Boden der Bucht aufraffen macht, scheint mir die Ursache des Vorkommens dieser Falte zu sein. Welche Bedingungen jene Kürze herbeiführen, darüber habe ich keine Vermuthung.

An einem der drei eklatanten Fälle war noch eine zweite abnorme Schleimhautfalte vorhanden, welche von den Seitenrändern des Kehldeckels in querer Richtung nach aussen zog, um sich in der Gegend des abgerundeten Endes des grossen Zungenbeinhornes zu verlieren. Sie war ebenso hoch wie die *Plica nervi laryngei*, aber ohne Einschluss eines Nerven oder Gefässes. Ihr Name könnte *Plica hyo-epiglottica* lauten. Zwischen ihr, dem *Ligamentum epiglottico-arytaenoideum*, und der *Plica nervi laryngei* war die Schleimhaut zu einem tiefen Sinus ausgebaucht, dessen Grund sich gegen die Zungenwurzel richtete. Ich habe diese Falte öfter auch allein vorkommen gesehen, mit grösserer oder geringerer Breite. Gewöhnlich ist bei ihrem Vorkommen das *Ligamentum glosso-epiglotticum laterale* sehr schwach, oder fehlend. Sie steht auch mit dem von Bez als *Arcus palatinus medius* beschriebenen Faltenwurf des *Isthmus faucium* in solidarischer Beziehung, fehlt wenn dieser stark entwickelt ist, und gewinnt an Ausdruck bei seiner Grössenabnahme.

So wenig die *Plica nervi laryngei* den normalen Schlingprocess zu beirren im Stande ist, so ungünstig ist sie für den Auswurf des

Erbrochenen gestellt, von welchem sich ein Theil in den von den Falten überragten Buchten fangen kann, und dann von selbst wieder in den Ösophagus zurückgeht, oder durch erneuerte Anstrengung ausgestossen wird. Je grösser die Breite der Falte, desto schwerer wird das Erbrechen sein. Im höchsten Grade der Entwicklung der Falte, wo ihr freier Rand an die hintere Rachenwand ansteht, kann das Erbrechen auf unüberwindliche Hindernisse stossen, indem die Falte wie eine Klappe wirkt, welche nach oben nicht umgeschlagen werden kann, und die Idiosyncrassien des Vomitus bei gewissen Menschen könnten demnach auf einen anatomischen Grund zurückgeführt werden. Auch beim Ructus, welcher Theilchen der Magencontenta emportreibt, werden diese durch die Falten, selbst bei geringer Breite derselben, aufgehalten, und durch eine absichtlich hervorgerufene Schlingbewegung wieder nach abwärts befördert werden.

Fremde Körper, welche der Husten aus den Luftwegen emporschleudert, können gleichfalls unter die Falten gerathen, und sich bei geeigneter Form an denselben oder in den Buchten unter den Falten fixiren, und werden dann den Instrumenten, welche ihre Entbindung und Herausbeförderung bewirken sollen, mehr weniger unzugänglich sein. Sollten sie in den Vertiefungen unter den Falten so eingekeilt oder befestigt sein, dass sie nicht extrahirt werden können, so wäre dieses meiner Ansicht nach der einzige Fall, wo Malgaigne's *Laryngotomie soushyoidienne* Erfolg versprechen könnte. Schlundstosser und Schlundsonden gleiten beim Einführen über die Falte unaufgehalten weg, aber die Zurückziehung der Schlundhaken kann, wenn das Ende derselben sich unter der Falte fängt, nur durch eine Drehung des Instrumentes möglich werden. Die bei solchen Operationen zuweilen vorkommende Blutung wird eher aus den Gefässen dieser Schleimhautfalte, als aus anderen ebenen Schleimhautpartien der Schlingorgane stammen. Bei roher Manipulation wäre selbst Zerreissung der Falte nicht unmöglich; gewiss eine Verletzung von schwerer Bedeutung, wenn man den Einschluss der Falte bedenkt. Mit der Schlundzange gefasste spitzige Körper, Nadeln, Knochensplitter, welche im Ösophagus steckten, können beim Ausziehen sich am Rande der Falten spiessen, und ich will, den Falten zu Liebe, der Möglichkeiten nicht noch mehrere anführen, welche die praktische Bedeutung dieses Vorkommens erhöhen, und die Kenntniss seines Daseins dem Chirurgen nicht ganz werthlos machen, um

so weniger, als die Falte ein von aussen zugängliches Gebilde ist. Von der zwischen Kehldeckel und grossen Zungenbeinhorn befindlichen Falte gilt das Gesagte mit den nöthigen Restrictionen. Da sie einerseits an einem elastischen und beweglichen Gebilde, dem Kehldeckel, haftet, wird sie der Herausbeförderung fremder Körper weit weniger ungünstig sein, als die *Plica nervi laryngei*.

Erklärung der Tafel.

Isthmus faucium, *aditus ad laryngem*, und hintere Kehlkopfwand vom Rachen aus gesehen.

a, Zunge,
b, weicher Gaumen,
c, *Aditus ad laryngem*,
d, *d*, Spitzen der *Cartilagines arytaenoideae*,
e, hinterer Halbring des Ringknorpels,
f, knopfförmiges Ende des grossen Zungenbeinhorns,
g, hinterer Rand der *Cartilago thyreoidea*,
h, *Plica nervi laryngei*,
i. *Plica hyo-epiglottica*.

Unter *h* und *i* die betreffenden Buchten.

Über zwei Reihen meteorologischer Beobachtungen in den afrikanischen Missions-Stationen Chartum und Gondokorò.

Von dem w. M. **Director K. Kreil.**

(Auszug aus einer für die Denkschriften bestimmten Abhandlung.)

Herr Kreil hielt einen Vortrag über zwei Reihen meteorologischer Beobachtungen, welche in den afrikanischen Missions-Stationen Chartum, am Zusammenflusse des blauen und weissen Nil (50° 5′ östlicher Länge von Ferro, 15° 35′ nördlicher Breite und 138 Toisen Seehöhe) und Gondokorò am weissen Nil (49° 20′ östlicher Länge von Ferro 4° 44′ nördlicher Breite und 251 Toisen Seehöhe) von dem seither verstorbenen Missionär Dovyak ausgeführt worden sind, und welche aus dem Grunde ein besonderes Interesse gewähren, weil sich in ihnen der Einfluss der Wüste deutlicher ausspricht als man aus den bisher bekannten Beobachtungen der afrikanischen Stationen, die sämmtlich am Meere liegen, entnehmen konnte.

Die Beobachtungen in Chartum umfassen die Monate Juni bis November des Jahres 1852, und es wurde an wenigen Tagen unterlassen, den Stand der Instrumente (Barometer und Thermometer) oder die Richtung des Windes, den Anblick des Himmels und den Wasserstand des blauen Nils aufzuzeichnen, was jedoch nicht zu fixen Stunden und nur während des Tages geschah, nicht aber bei der Nacht. Dessen ungeachtet liessen sich bei der Regelmässigkeit, mit welcher dort die Änderungen in der Atmosphäre vor sich gehen, durch eine zweckmässige Zusammenstellung der Beobachtungszahlen sehr brauchbare Resultate erreichen. Diese Regelmässigkeit ist in den dortigen Gegenden ungefähr fünfmal so gross als in unseren Breiten, denn wenn man z. B. aus einer grossen Anzahl von Beobachtungen die Änderung des Luftdruckes von einem Tage bis zur gleichen Stunde des folgenden Tages in Prag mit jener in Chartum vergleicht, und für beide Stationen die gleichen Tage und dieselbe Stunde wählt, so findet man diese Änderung für Gondokorò 0‴38, für Prag 2‴01, woraus folgt, dass dort eine viel geringere Anzahl von Beobachtungen

hinreicht, um das Gesetz ihrer Änderungen zu erkennen, als dies bei uns der Fall wäre.

Gleich das erste Element, der Luftdruck in Chartum, gab ein merkwürdiges Resultat, indem für den täglichen Gang desselben zwar eine sehr regelmässige Zahlenreihe und eine tägliche Schwankung erhalten wurde, welche im Verhältnisse 0'''75 zu 0'''48 oder nahezu 3:2 grösser ist als bei uns, welche also auch mit dem Ergebnisse anderer Tropenörter übereinstimmt, bei der sich jedoch das Eigene herausstellt, dass die Wendestunden im Vergleiche mit den aller übrigen bekannten Beobachtungsorte geradezu verkehrt sind, indem das Minimum um 10 Uhr Morgens, also zu einer Zeit eintrifft, in welcher man hier das Maximum findet, während das Maximum zwischen 4 Uhr und 5 Uhr Abends, also zur Zeit unseres Minimum statthat; ein Vorgang, an dessen Wirklichkeit um so weniger zu zweifeln ist, als er auch durch die Beobachtungen eines jeden einzelnen Monates bestätigt wird.

Um diese Erscheinung mit der bekannten Hypothese, nach welcher der aufsteigende Luftstrom die Ursache der Änderungen des Luftdruckes während der Tagesstunden ist, in Übereinstimmung zu bringen, muss man die nächste und fernere Umgebung des Ortes in Betracht ziehen. Da der aufsteigende Luftstrom durch die Erhitzung des Bodens erzeugt wird, diese aber offenbar in dem sandigen oder steinigen und ausgetrockneten Boden der Wüste stärker sein muss als in einem bewässerten und bebauten Lande, so geschieht es, dass in diesem die Luftmassen weit weniger in die Höhe getrieben werden, als in jenem. Grenzen nun zwei Landstriche von so verschiedener Beschaffenheit an einander, so müssen sich in den höheren Luftschichten, von dem Augenblicke an als die Insolation kräftig zu wirken beginnt, die Luftmassen von dem wärmeren über den kühleren ergiessen, und in diesem der Luftdruck wachsen, während er in jenem abnimmt.

Die Umgebungen von Chartum entsprechen ganz den hier vorausgesetzten Bedingungen. Die beiden Flüsse, der weisse und der blaue, deren Vereinigung zum eigentlichen Nil nahe bei Chartum stattfindet, machen, dass die ganze Landzunge zwischen ihnen culturfähiges Land ist, welches entweder bebaut oder als Weideland benutzt wird. Diese savannenartigen Strecken dehnen sich gegen Südwesten weit über Kordofan aus und sind zur Zeit der tropischen Regen, welche bis über den 17. Breitegrad hinausreichen, mit reich-

lichem Pflanzenwuchse bedeckt. Auf der Nordostseite von Chartum findet man einen anderen von Südosten kommenden Nebenfluss des Nil, den Atbara, an dessen Ufern sich die Pracht der tropischen Vegetation zu vollem Glanze entwickelt. Gegen Süden nimmt mit dem immer reichlicher werdenden Regen die Vegetation noch zu, und gegen Norden breitet sich der Nil zu einen See aus, der zur Zeit des Hochwassers zwei bis drei deutsche Meilen im Umfange hat.

Ganz verschieden von dieser Bodenbeschaffenheit ist die fernere Umgebung Chartums mit Ausnahme jener gegen Süden. Nördlich breitet sich zu beiden Seiten des Nils durch 8 Breitegrade Nubien aus, das wenigstens bis in das Gebiet der tropischen Regen, die freilich hier auch kaum mehr diesen Namen verdienen, eine vollkommene Wüste ist, von welcher nur die Inseln und schmalen Küstenstriche des Nil und Atbara auszunehmen sind. An dem Westufer des Nil tritt die Wüste bis an den Fluss heran, aber auch das wenige durch seine Überschwemmungen culturfähig gemachte Land kann aus Mangel an Händen nicht bebaut werden, und wird höchstens als Weide benützt. Südlich von der lybischen Wüste erheben sich pflanzenlose Gebirgszüge, die sich einerseits in die grosse Wüste verlieren, andererseits gegen Süden in den unübersehbaren bei Dongola beginnenden Sandebenen verflachen. Von diesen Wüstenebenen, welche mit der Sahara in unmittelbarer Verbindung sind, erstreckt sich der eine Arm südwestlich bis an die Savannen von Darfur und Kordofan, während der andere nach Osten ausgreifende die grosse Krümmung ausfüllt, die der Nil zwischen Schendi und Dongola macht.

Aus dieser Zusammenstellung ergibt sich, dass Chartum wie eine Oase in einer unübersehbaren Wüstenzone liegt, die sie von drei Seiten umgibt, und die von den Beobachtungen herausgestellte Abweichung im täglichen Gange des Luftdruckes vollkommen erklärt.

Der jährliche Gang des Luftdruckes, so weit er aus einer sechsmonatlichen Beobachtungsreihe entnommen werden kann, ist regelmässig und dem in unseren Breiten entsprechend, er gibt nämlich zu Ende August oder im Anfange Septembers ein Maximum, welches in Wien gewöhnlich um ein Monat später eintritt.

Das Gesammtmittel des Luftdruckes aus allen angestellten Beobachtungen ist 327·70 Pariser Linien, woraus unter Annahme des Luftdruckes von 337·'''7 an dem Ufer des Mittelmeeres zu Alexandrien die Seehöhe von Chartum zu 138 Toisen gefunden wurde.

Die mittlere Luft-Temperatur im Schatten wurde aus der gesammten Beobachtungsreihe gleich 26°0 Réaum. berechnet. Sie würde natürlich geringer ausgefallen sein, wenn auch Nachtbeobachtungen vorhanden gewesen wären. Am grössten war sie um 5 Uhr Abends, wo sie durchschnittlich 27°5 betrug, während um 7 Uhr Morgens das Mittel 23°0 gefunden wurde. In der Sonne stieg sie einmal (am 24. October um 2 Uhr) auf 49°, wobei jedoch, da die Beobachtungen von keinem erklärenden Texte begleitet sind, unentschieden bleibt, ob das Thermometer nicht etwa mit einer Centesimal-Scala oder einer geschwärzten Kugel versehen war.

Die Monate Juni und October waren in Chartum die wärmsten, die dazwischenliegenden blieben wahrscheinlich wegen der auf sie fallenden Regenzeit in der Temperatur zurück. Man findet nämlich:

im Juni (vom 14. angefangen)	das	Mittel	der	Temperatur	= 27°1
„ Juli	„	„	„	„	= 26·0
„ August	„	„	„	„	= 25·6
„ September	„	„	„	„	= 25·6
„ October	„	„	„	„	= 26·8
„ November (bis 14.) . .	„	„	„	„	= 22·9

Bemerkenswerth bleibt hiebei, dass dieselben Monate, besonders October in unseren Breiten, verglichen mit mehrjährigen Mitteln kalt, hingegen die folgenden, Juli und November, um vieles wärmer waren, als sie gewöhnlich zu sein pflegen. Es gaben nämlich die Beobachtungen von Mailand und Prag folgende Differenzen zwischen den Monatmitteln des Jahres 1852 und den vieljährigen, wobei das Zeichen — ein Zurückbleiben der Temperatur im Jahre 1852 andeutet.

	Mailand	Prag
Juni	— 0°51	+ 0°18
Juli	+ 0·44	+ 1·91
August . . .	+ 0·11	+ 1·24
September . .	— 0·30	+ 1·13
October . . .	— 0·44	— 0·71
November . .	+ 1·96	+ 2·15

Ein Gang, der um so merkwürdiger ist, da sich aus den von Herrn Burkhardt durchgeführten Vergleichungen des Ganges der Temperatur zwischen Lissabon und Jaslo in Galizien herausgestellt hat,

dass die Temperatur-Extreme ungefähr acht Tage brauchen, um die Breitendifferenz von nahezu 11 Graden zu durchschreiten (Sitzungsberichte, December 1856. Lithographische Darstellung des Ganges der Wärme und des Luftdruckes im September 1856).

Die Winde wehten in Chartum fast ausschliessend in der Richtung des Thales. Im Juni wechselten Süd- mit Südwestwinden. Die ersteren erhielten jedoch bald die Oberhand und herrschten in den folgenden Monaten bis September ohne Ausnahme. Im October trat der Wechsel mit Ost-, Nordost- und Nordwinden ein, und im November hatten die letzteren die Alleinherrschaft erlangt.

Unter den 144 Beobachtungstagen waren 111 heitere, 20 gemischte, 12 trübe. Regen fiel in 21 Tagen. Man kann also von einer eigentlichen Regenzeit unter diesem Breitegrade, welcher der Grenze der tropischen Regen schon so nahe liegt, nicht mehr sprechen. Die seltenen Regen, die aber doch noch manchmal in Platzregen übergehen, treten gewöhnlich in den Monaten Juli, August, September und October ein, im Mai und Juni weniger.

Der Nil fing im Juni zu steigen an und erreichte am 20. August seine grösste Höhe mit 17′ 10″ englisches Mass. Das Wachsen der Wasserhöhe geschieht viel rascher als das Abnehmen, indem sie binnen 51 Tagen um 11 Fuss gewachsen war, aber 80 Tage brauchte, bis sie um diesen Betrag fiel.

Mit 14. November 1852 hören die Beobachtungen in Chartum auf, und sie beginnen, von demselben Beobachter und wahrscheinlich mit denselben Instrumenten, am 7. Jänner 1853 in Ulibary, einem Dorfe am weissen Flusse im Lande der Barri, wo sich jedoch der Beobachter nur bis 25. Jänner aufhielt. An diesem Tage übersiedelte er nach Gondokorò eine halbe Meile südlich von Ulibary, gleichfalls am Ufer des weissen Flusses gelegen, wo sie bis zum Jänner des folgenden Jahres fortgesetzt wurden. Es liegt also von diesem Orte ein vollständiger Jahrgang von Beobachtungen vor, welche hinreichen, um von den dortigen atmosphärischen Vorgängen ein deutliches Bild zu geben, das freilich durch Nachtbeobachtungen, die auch hier fehlen, noch sehr vervollständigt werden würde.

Die Umgebungen von Gondokorò liegen bereits ausserhalb des unmittelbaren Einflusses der Wüstenzone; das Land ist stark bevölkert, daher auch bebaut und von zahlreichen Flüssen durchschnitten, von denen die grössten und meisten wie der Abai, Godjeb, Sobat aus den

Gebirgen und Hochebenen Abyssiniens, andere aus noch südlicher auslaufenden Gebirgsreihen kommen und die ihren Abfluss sämmtlich in einem der beiden Nilarme finden. Eigentliches Wüstengebiet scheint bis auf viele Tagreisen vom Orte nicht vorzukommen, daher auch die Einwirkung der Wüste keine solche mehr ist, dass sie in den atmosphärischen Erscheinungen grosse Abweichungen vom regelmässigen Gange erzeugen könnte, wenn gleich, wie sich bald zeigen wird, ihr Einfluss immer noch ein mächtiger bleibt.

Der Luftdruck ändert sich im Verlaufe des Tages in der Weise, wie man es auch an anderen Breiten zu sehen gewohnt ist. Das Maximum tritt zwischen 9 und 11 Uhr Morgens, das Minimum um 4 Uhr Nachmittags ein. Die Änderung beträgt im Mittel 1‴5 Pariser Mass und war am grössten (2‴6) im Februar, am kleinsten (0‴7) im August. In den Monaten vom Juni bis November betrug sie

in Gondokorò	im Jahre	1853 . .	1‴34
„ Chartum	„ „	1852 . .	0·75
„ Prag	„ „	1852 . .	0·48
„ „	„ „	1853 . .	0·37

Die Jahresänderung des Luftdruckes kann in folgenden Monatmitteln dargestellt werden:

1853	Jänner	319‴23
„	Februar	318·66
„	März	318·85
„	April	319·23
„	Mai	320·08
„	Juni	320·62
„	Juli	320·56
„	August	320·23
„	September	320·17
„	October	319·93
„	November	319·70
„	December	319·72
1854	Jänner	319·36

woraus sich die Jahresgleichung

$$y = 319{\cdot}'''75 + (9{\cdot}88762)\, Sin\,(x.30^\circ + 246^\circ\, 29') + (9{\cdot}54848)\, Sin\,(2x.30^\circ + 154^\circ\, 27') + (8{\cdot}86451)\, Sin\,(3x.30^\circ + 86^\circ\, 5')$$

ergibt, in welcher die eingeklammerten Zahlen Logarithmen sind. Nach ihr fällt

das Minimum auf den 6. März,
„ Maximum „ „ 28. Juni.

In unseren Breiten fällt das grösste Maximum immer in die kalte Jahreszeit, nämlich im December oder Jänner und hat seinen Grund ohne Zweifel in der dadurch hervorgebrachten Verdichtung der Luft. Dies Maximum kann daher am Äquator nicht stattfinden, und die aus obiger Gleichung hervorgehenden Extreme entsprechen unserem Minimum im April und unserem Maximum im September oder October, treten also sämmtlich früher ein als bei uns. Die jährliche Schwankung am Äquator ist doppelt so gross als bei uns. Da aber die jährliche Temperaturschwankung, die man doch für die Hauptursache der Barometer-Schwankungen halten muss, auch innerhalb der Frist von März und April zum September und October bei uns grösser ist als am Äquator, so wird ersichtlich, dass man zur Erklärung dieser grösseren Barometer-Schwankung noch eine zweite Ursache, wahrscheinlich die bei uns viel grössere Dunstmenge zu Hilfe nehmen müsse, welche einen grossen Theil der Bodenwärme aufnimmt und dadurch der Erwärmung der Luftschichten und der Entstehung eines so mächtigen aufsteigenden Luftstromes, wie er am Äquator besteht, entgegenwirkt.

Die Temperatur der Luft wurde in Gondokorò im Mittel des ganzen Jahres gleich 22°7 Réaum. gefunden. Um sie mit der von Chartum zu vergleichen, darf man aber nur die Monate von Juni bis November nehmen, welche

in Gondokorò im Jahre 1853 das Mittel = 21°1 Réaum.
„ Chartum „ „ 1852 „ „ = 26·0 „

Es ist also Chartum wenigstens im Sommer fast um 5 Grade wärmer als das 10 Grade südlicher gelegene Gondokorò, worin man offenbar den mächtigen Einfluss der Wüste und den Mangel des Regens erkennt.

Die Schwankungen der Temperatur den Tag über sind aber in den verschiedensten Breiten auffallend constant. Man findet sie zwischen 7 Uhr Morgens und 3 Uhr Nachmittags:

in Gondokorò	5°02
„ Wien	5·25
„ Prag	5·06
„ Chartum zwischen 7 und 5 Uhr	5·08

Bei uns erleiden aber die Zeiten der Extreme nach den Jahreszeiten eine Verschiebung von mehreren Stunden, welche, da sie von der veränderlichen Grösse des Tagbogens der Sonne abhängt, am Äquator nicht vorhanden sein kann, und auch von den Beobachtungen nicht angezeigt wird.

Die jährliche Schwankung der Temperatur ist in Gondokorò in Rücksicht auf die geringe Breite sehr bedeutend, wie man aus folgender Zusammenstellung der Monatmittel sieht.

Jänner	25°49 Réaumur.
Februar	26·27
März	25·56
April	23·52
Mai	21·72
Juni	20·92
Juli	20·64
August	20·21
September	21·07
October	21·91
November	22·10
December	23·25

Daraus ergibt sich die Jahresgleichung:

$$y = 22^\circ 72 + (0\cdot 43034)\, Sin\,(x.30 + 64^\circ\, 12') + (9\cdot 87557)\, Sin\,(2x.30^\circ + 10^\circ\, 14') + (9\cdot 55227)\, Sin\,(3x.35^\circ + 329^\circ\, 28')$$

wo die eingeklammerten Zahlen Logarithmen sind.

Nach dieser Gleichung fällt das Maximum der Temperatur auf den 17. Februar, das Minimum auf den 1. August, also nahe auf die Zeiten, an welchen bei uns die entgegengesetzten Extreme eintreten. Der thermische Äquator ist demnach durch die Wüste weit gegen Norden verrückt, wie man sowohl aus diesem jährlichen Gange als auch aus dem Vergleiche der Mittel-Temperatur zwischen hier und Chartum ersieht.

Die Temperatur erreichte im Schatten keinen höhern Grad als 30°7 R. am 23. März. In den ersten drei Monaten wurden auch Temperaturen in der Sonne an einem Thermometer mit geschwärzter Kugel angemerkt. Die höchste derselben war 37°0 R., um 6°6 höher als die gleichzeitige im Schatten: es war dies am 13. März bei sich trübender Witterung und starkem Ostwinde, zu dem der Beobachter die Bemerkung beisetzt, dass er erstickend heiss war.

Die tiefste Temperatur wurde am 31. Jänner um 6 Uhr Morgens mit 15°4 R. angemerkt. Vor 6 Uhr Morgens und nach 8 Uhr Abends wurde keine Beobachtung gemacht.

Die tägliche Änderung der Temperatur hat einen starken jährlichen Gang und ist, wie bei uns, am grössten im wärmsten Monate, nämlich 8°2 im Februar, am kleinsten 3°2 im Juli. Die jährliche Änderung hingegen hat einen eben so starken täglichen Gang, sie ist um 7 Uhr Morgens = 2°6, um 4 Uhr Abends = 7°9.

Die Heiterkeit des Himmels war im Jänner am dauerndsten, im April am geringsten. Im Jahresmittel verhielt sie sich zu der in Wien wie 8 zu 5, d. h. auf 8 heitere Tage in Gondokorò kommen in Wien 5.

Der Regen war in folgender Weise vertheilt:

		unter Beobachtungstagen	Tage mit Regen	mit starkem Regen
im Jänner	1853	21	2	—
„ Februar	„	26	7	3
„ März	„	27	7	1
„ April	„	29	12	2
„ Mai	„	31	12	—
„ Juni	„	25	7	—
„ Juli[1]	„	20	3	—
„ August	„	31	11	1
„ September	„	23	5	—
„ October	„	30	5	—
„ November	„	23	7	—
„ December	„	20	2	—
„ Jänner	„	10	0	—
	Summa .	316	80	7

[1]) Die Beobachtungen wurden in den ersten eilf Tagen des Monates, die meist trübe und regnerisch waren, durch eine Krankheit des Beobachters unterbrochen.

In Wien ist nach vieljährigen Beobachtungen die Anzahl der Tage mit Niederschlägen im Verlaufe des Jahres fast doppelt so gross, nämlich 144, in Triest ist sie 108, in Ragusa 72.

Nach obiger Zusammenstellung scheint auch in Gondokorò sich eine doppelte Regenzeit einzustellen, wie dies von mehreren Reisenden in den benachbarten Gegenden Abyssiniens erzählt wird; denn die Regen waren im April und Mai am häufigsten und stärksten, nahmen im Juni und Juli ab, um im August wieder zu wachsen. Es kommen einzelne Regentage in jedem Monate vor, und eine länger anhaltende Trockenheit kann höchstens in den Monaten December und Jänner eintreten. Die Regen verdankt man dort zum grossen Theile den sehr zahlreichen Gewittern, welche fast durchgängig in den östlich gelegenen Gebirgen entstehen, und von denen viele das Nilthal gar nicht mehr erreichen. Es sind im Tagebuche des Beobachters 28 Gewitter im Jahre 1853 angemerkt, nämlich 1 im Jänner, 1 im Februar, 2 im April, 11 im Mai, 2 im Juni, 1 im Juli 4 im August, 4 im September, 1 im October und 1 im November; man kann also auch aus ihnen auf ein zweimaliges Auftreten der Regen schliessen, da sie im Mai, August und September am zahlreichsten sind.

Die Winde waren in Gondokorò den grössten Theil des Jahres hindurch veränderlich; im Jänner herrschte wohl der Ost vor, aber schon im Februar wechselte er viel mit Süd, dies dauerte auch im März und April noch fort, bis endlich im Mai der Süd die Herrschaft erlangte und sie auch im Juni und einem Theil des Juli noch behauptete. Im August trat oft Nordost und Ost ein, und es begann wieder ein starker Wechsel zwischen Süd, Nord und Ost. West findet sich sehr selten vor. Im November und December behaupteten Nord und Nordost die Oberhand.

Die Wasserhöhe des weissen Nils begann im Mai zu steigen, hielt sich aber in den letzten Tagen dieses und den ganzen folgenden Monat hindurch auf derselben Höhe, nämlich zwischen 2 und 3 Fuss; im Juli erreichte sie 3, im August 5 Fuss, und am 4. September das Maximum von 6 Fuss 6 Zoll, fiel aber noch in diesem Monate unter 4 Fuss, wechselte im October zwischen 5 und 3 Fuss, ebenso im November, im December blieb sie auf 3 Fuss und sank dann bis zum 20. Jänner 1854 auf 2 Fuss 10 Zoll herab. Da sie am 16., 17. und 18. Jänner 1853 2 Zoll unter 0 stand, so scheint im Ver-

laufe dieses Jahres entweder der Regen viel reichlicher gewesen zu sein als im Jahre 1852, oder die Regenzeit sich später eingestellt zu haben.

Erdbeben sind in dem Tagebuche 7 angemerkt, aber durchgehends schwache, nämlich: am 8. Juni, 5. Juli, 6. August, 14. und 18. October, 17. und 22. November.

Wenn man nun die hier angegebenen Vorgänge in der Atmosphäre in ihrem Zusammenhange betrachtet, so sieht man dass es zwei Hauptursachen sind, durch deren Wechselwirkung sie hervorgebracht werden, nämlich die Wüste und das Meer, zwischen denen das obere Nilthal in der Mitte liegt, welche daher auch dessen Witterung bestimmen, je nachdem der Einfluss der einen oder der andern überwiegend ist. Die Träger dieses Einflusses sind die Winde, welche hier dieselben Gesetze befolgen müssen, wie in anderen Gegenden, z. B. in Ostindien, dessen Klima bereits genauer erforscht ist. Auch über dem Continente von Afrika wechselt der Monsun in ähnlicher Weise wie über dem von Asien, nur ist seine Änderung den örtlichen Umständen angepasst.

Da er seine grösste Kraft durch den aufsteigenden Luftstrom gewinnt, der über dem erhitzten Boden des festen Landes, insbesondere der Wüste entsteht, diese aber in Afrika eine grössere Ausdehnung hat als in Asien, so muss er in Afrika zur Zeit der nördlichen Declination der Sonne der Wüste zu wehen, also eine Richtung von Südost nach Nordwest haben, welche sich in dem von Süden nach Norden gewendeten Nilthale in eine südliche umgestalten muss. Er ist mächtig genug die über dem Meere gesammelten Dünste auch über die Gebirge mit sich zu nehmen, die ihm längs der Küste entgegenstehen, und an denen er einen grossen Theil absetzt, daher dort die Gewitter und Regengüsse beginnen, so wie die Sonne sich der nördlichen Hemisphäre nähert. Gleichwie aber unsere Südwestwinde, obschon sie auf den Alpen den grössten Theil ihres Wasservorrathes verlieren, doch auch unsere Länder noch mit Regen versorgen, so bringt auch der afrikanische Monsun über das diesseits der Gebirge gelegene Gebiet noch eine hinreichende Menge von Dünsten mit, um dort die Zeit der Regen hervorzurufen, welche meistens den von den östlichen Bergreihen kommenden Gewittern ihre Entstehung verdanken.

Die öftere Trübung des Himmels in dieser Jahreszeit und die kühleren Seewinde müssen eine sehr fühlbare Abnahme der Temperatur

erzeugen, woraus sich die auffallende, von den Beobachtungen herausgestellte Thatsache ergibt, dass in einem nördlich vom Äquator liegenden Orte der Sommer um so viel kühler ist als der Winter, also eine Verrückung des thermischen Äquators, an welche Thatsache sich noch eine zweite anschliesst, nämlich die, dass die Sommertemperatur in dem 10. Breitengrade nördlicher liegenden Chartum um 5° R. grösser ist als in Gondokorò.

Es ist demnach in den obersten Nilgegenden in der Nähe des Äquators während unseres Sommers der Einfluss des Meeres der vorwiegende, wie dies die herrschenden Südwinde, die vielen Gewitter, die kühlere Sommertemperatur und die zu dieser Jahreszeit häufigeren Regen beweisen.

Andere Erscheinungen treten ein, wenn die Sonne unter den Äquator hinabsteigt, der südliche Theil von Afrika mehr erwärmt und der Seewind genöthigt wird, eine westliche und südwestliche Richtung einzuschlagen, bei welcher er die ihn vom Nilthale abscheidenden Gebirge nicht mehr, oder wenigstens nicht regelmässig zu übersteigen im Stande ist, daher nun eine grosse Veränderlichkeit in der Windrichtung eintritt. Es begegnen sich hierbei oft kalte, von den Gebirgen und den bereits überschwemmten Thälern kommende Luftströme und warme Wüstenwinde, durch welche erstere fähig gemacht werden, mehr Feuchtigkeit aufzunehmen, welche sie aber bei dem Zurücktreten der letzteren wieder fahren lassen müssen, daher die Regen auch während diesen Wechselwinden fortdauern, und die eigentlich trockene Jahreszeit auf den südlichsten Sonnenstand, nämlich die Monate December und Jänner fallen muss. In diesen Monaten haben die Wüstenwinde (eigentlich Nordwestwinde, die aber durch die östlich vom Nilthale gelegenen Gebirgszüge in Nord- und Nordostwinde abgeändert werden) die Oberhand und mit ihnen tritt eine höhere Temperatur und andauernde Heiterkeit ein.

In Ostindien wechselt bekanntlich der Südwest Monsun sehr regelmässig mit dem Nordost. In Centralafrika ist dieser Wind im Sommer ein Südost, und sollte, da sich der Continent von Afrika im Vergleiche mit jenem von Asien um so viel weiter gegen Süden erstreckt, in unserem Winter sich nur in einen Nordost verwandeln. Dass hier auch der Gegenwind, Nordwest, eintrete, ist zu bezweifeln, weil die afrikanische Wüste sich auch im Winter wahrscheinlich nicht so stark abkühlt, dass sich der Einfluss dieser Abkühlung bis über das Meer

erstreckt, wie dies bei den nördlich von Ostindien liegenden Länderstrecken der Fall ist. Immerhin aber wäre eine Aufklärung dieser Verhältnisse durch Beobachtungen höchst wünschenswerth.

Je mehr der Wind in seinem Laufe nach Nordwest der Wüste sich nähert, desto mehr verliert er das Gepräge eines Seewindes. Seine Dünste sind erst nach längerer Zeit und stärkerer Anhäufung im Stande, die herrschende Trockenheit zu überwältigen und Regen hervorzubringen, daher diese in Chartum erst im Juni und Juli beginnen, während sie in Gondokorò bereits im April und Mai ihre grösste Stärke erreichen. Diese Stärke nimmt aber bei wachsender nördlicher Breite rasch ab, und wenige Grade über Chartum hören sie ganz auf, da die trockene Wüstenluft die wenigen zugeführten Dünste rasch aufsaugt und ihnen nicht gestattet, sich in Regentropfen zu vereinigen.

Die Wasserhöhen des Nils, zur Zeit der Überschwemmung hingegen, befolgen ein anderes Gesetz; diese sind nicht nur in Chartum dreimal so gross als in Gondokorò, sondern es beginnt auch das Wachsen des Stromes in Chartum schon ein Monat vor, in Gondokorò aber zwei Monate nach dem Eintritte der Regenzeit, ein Beweis, dass das Anschwellen der Flüsse nicht in den schwachen Regen des Nilthales, sondern in den viel heftigeren am Quellengebiete seinen Grund hat.

SITZUNG VOM 16. JULI 1857.

Eingesendete Abhandlung.

Über eine Vergiftung mit Mitisgrün, nebst einer Reihe chemischer Untersuchungen, die Resorption und Ausscheidung von Arsen und Antimonial-Präparaten betreffend.

Von **Dr. Eduard Schaefer,**

k. k. Professor der Vorbereitungswissenschaften an der medicinisch-chirurgischen Lehranstalt in Gratz.

(Vorgelegt von dem w. M. Herrn Prof. Redtenbacher.)

Ich hatte vor einem Jahre Gelegenheit eine Vergiftung mit Mitisgrün näher zu beobachten, von dieser ausgehend will ich dann eine Reihe chemischer Untersuchungen anschliessen, die ich mit Arsen und Antimonial-Präparaten bezüglich deren Resorption und Ausscheidung aus dem Körper durch verschiedene Secrete unternahm.

Ein vierzehnjähriges Blumenmachermädchen nahm absichtlich ein Loth Mitisgrün ein, wurde von den heftigsten Zufällen ergriffen, und eine halbe Stunde darnach in das Wiener k. k. allgemeine Krankenhaus auf die zweite medicinische Abtheilung gebracht, wo ich als Secundarius diente.

Bei meiner Ankunft stellte sich gerade bei ihr Erbrechen ein, das Erbrochene zeigte einen deutlich grünen Bodensatz. Sie gestand mir, dass sie ein Loth Mitisgrün, welches sie für ihr Geschäft brauchte, absichtlich eingenommen habe. Ich musste der Patientin früher meine Aufmerksamkeit schenken, bevor ich eine nähere chemische Untersuchung des Erbrochenen unternehmen konnte.

Sonstige Symptome, die ich an ihr beobachtete, waren: eingefallene Augen, Zittern der Extremitäten, nebstbei klagte sie über sehr viel Durst, über ein brennendes Gefühl im Halse, über Übelkeit, nachträglich wurde blutig gestriemter Schleim erbrochen, die Magengegend war aufgetrieben, jedes Berühren daselbst verursachte ihr viel Schmerz. Der Puls hatte 132 Schläge in der Minute. Später stellten sich Schmerzen in den Waden ein.

Ich begünstigte für den Augenblick das Erbrechen durch Eingeben einiger Tassen lauwarmen Wassers und schritt dann gleich zur Anwendung des Eisenoxyd-Hydrates, welches ich ihr zu drei Unzen in einem Zeitraume von einer Stunde, anfangs von je fünf zu fünf Minuten einen Esslöffel voll, später in grösseren Intervallen gab.

Die erste Dosis wurde erbrochen, die andern blieben. Nachdem ich mit meiner Aufgabe am Krankenzimmer für den Augenblick fertig war, schritt ich zur Untersuchung des Erbrochenen. Ich bediente mich hierzu der Schneider'schen Methode zur Auffindung des Arsens, die ich auch später bei meinen Untersuchungen mit Vortheil anwandte, so oft ich im Voraus wusste, dass ich es mit Arsen zu thun habe.

Die erbrochenen Massen, die mit Kochsalz und Schwefelsäure durch eine halbe Stunde erhitzt wurden, lieferten sowohl im Vorlageballon, sowie in dem vorgelegten Fläschchen, welches Wasser enthielt, ein Destillat, welches, im Marshi'schen Apparate untersucht, ganz deutliche Arsenspiegel gab, über welche ich bei gelinder Wärme Schwefelwasserstoff-Gas leitete, wodurch sie gelb wurden; in Chlorwasserstoff-Dämpfen verflüchtigten sie sich nicht, während Ammoniakflüssigkeit sie auflöste. Dieser Methode bediente ich mich zur Constatirung jedes Arsenspiegels bei meinen Versuchen. Bei kleineren Spiegeln verliess ich mich auf den Knoblauchgeruch, den sie beim Verjagen im Wasserstoffstrome gaben.

Nach ungefähr zwei Stunden zur Patientin zurückgekehrt, fand ich keine Verschlimmerung.

Weil noch kein Urin gelassen wurde (es war $4\frac{1}{2}$ Stunden nach Einnahme des Giftes), so nahm ich Urin mit dem Katheter, untersuchte denselben in einem andern Marshi'schen Apparate, indem ich mich, um das Aufschäumen zu verhindern, einer zollhohen Schichte von Olivenöl bediente, das ich in die Gasentbindungs-Flasche gleich beim Beginne der Wasserstoff-Entwicklung hineingoss.

Ich bekam von hundert C.Cm. Urin einen deutlichen Arsenspiegel.

Ausser einem Kopfweh, welches sich nachträglich dazu gesellte, trat keine Verschlimmerung am ersten Tage mehr ein; an den folgenden Tagen verloren sich alle Symptome, sie bekam am vierten Tage schon Appetit, jedoch beim Genusse von Speisen fühlte sie einen Druck in der Magengegend.

Vom vierten Tage an gab ich ihr ein Diureticum.

Im Urin konnte ich jedoch jeden Tag das Arsen finden, wie lange jedoch die Ausscheidung des Arsens dauerte, kann ich nicht angeben, weil das Mädchen am 9. Tage aus dem Krankenhause vollkommen gesund entlassen wurde.

Ich stellte mir nun die Aufgabe, zu bestimmen, wie viel Arsen in der von dem Mädchen genommenen Quantität Mitisgrün enthalten war, und wie viel Arsen sich in den Föralstoffen der ersten fünf Tage vorfand, um daraus auf die Grösse der Wirksamkeit des Eisenoxyd-Hydrates gegen die arsenige Säure einen Schluss zu ziehen.

Untersuchung des Mitisgrün.

Ich fand in hundert Theilen käuflichen Mitisgrüns:

Kupferoxyd	30·46
arsenige Säure	54·36
Essigsäure	9·13
fremde Beimengungen	6·25
	100·20

folglich war in einem Lothe dieses Mitisgrüns 9·51 Grm. arsenige Säure enthalten.

Die Untersuchung der Föralstoffe.

Sie wurden zuerst getrocknet, gepulvert und, um den Kupfer- und Eisengehalt der Föralstoffe bei der Fällung des Arsens mit Schwefelwasserstoff zu umgehen, in einem grossen geräumigen Ballone mit dem doppelten Gewichte Kochsalz gemengt, mit Schwefelsäure übergossen und in dem von Schneider angegebenen Apparate durch ½ Stunden erhitzt. Der Rückstand des Ballons zeigte im Marsh'schen Apparate kein Arsen mehr. Das Destillat sowohl des Vorlageballons als auch des Fläschchens, welches Wasser als vorgeschlagen enthielt, wurde im Wasserbade verdunstet. Weil der Rückstand noch organische Substanzen enthielt, so wurde selber mit verdünnter Chlorwasserstoff-Säure und chlorsaurem Kali bis zur Lösung gelinde

erwärmt, in die erwärmte verdünnte Flüssigkeit Schwefelwasserstoff-Gas geleitet, der gelbe Niederschlag der entstand, nach längerem Stehen auf einem Filter gesammelt, bei verstopften Filtertrichtern mit Ammoniakflüssigkeit digerirt, die Ammoniakflüssigkeit im Wasserbade abgedunstet, und weil mir die Menge des abgedampften Rückstandes für Schwefelarsen zu gross erschien, mit einigen Tropfen Schwefelsäure die organischen Substanzen verkohlt, getrocknet und der Rückstand mit Salpetersäure oxydirt. Hierauf wurde der ausgeschiedene Schwefel abfiltrirt. Die klare Flüssigkeit mit einer salmiakhältigen Ammoniakflüssigkeit bis zur deutlichen alkalischen Reaction versetzt, mittelst schwefelsaurer Bittererde die Arseniksäure als arseniksaure Bittererde Ammoniumoxyd gefällt; der Niederschlag nach längerem Stehen auf einem gewogenen Filter gesammelt, bei 100° C. getrocknet und gewogen gab nach Abzug des Filtrums:

8·12 Grm. arseniksaure Bittererde, Ammoniumoxyd.

Diese entsprechen nach der Berechnung 4·23 Grm. arseniger Säure:

9·51 Grm. arseniger Säure nahm ein das Mädchen,
4·23 „ erhielt ich durch die Analyse der Föralstoffe; somit sind:

5·28 Grm. durch Erbrechen und durch eine kleine Resorption durch den Urin entfernt worden.

Obwohl dies alles schon bekannt ist, so führte ich desswegen die Beobachtung des Krankheitsfalles und die dabei vorgenommenen chemischen Analysen um so ausführlicher durch, weil man in neuester Zeit die Wirksamkeit des Eisenoxyd-Hydrats nicht so hoch anschlägt, als es dasselbe verdient und es durch das Magnesiahydrat zu ersetzen glaubte.

Nun beginne ich mit einer anderen Reihe von Untersuchungen, die ich zur Lösung folgender Fragen einleitete:

1. Frage. Wann tritt das Arsen im Urin auf nach Einnahme eines Arsenpräparats und wie lange dauert seine Ausscheidung nach Aussetzung des Medicaments?

2. Frage. Lässt sich das Arsen bei endermatischer Anwendung nachweisen?

3. Frage. Wird das Arsen in den Knochen als dreibasiger arsensaurer Kalk länger zurückgehalten oder wie aus anderen Geweben ausgeschieden?

4. Frage. Findet sich das Arsen auch in Neugebilden, Schuppen bei Ekzem und Psoriasis?

Durch die Gefälligkeit meiner Herren Collegen, der Professoren Dr. Riegler und Rehaczek, konnte ich das reichhaltige Materiale des Gratzer Krankenhauses benützen, sowie die folgenden Krankenskizzen, welche mir durch die Güte des Herrn Secundarwundarztes Petri und Assistenten Dr. von Egger übergeben wurden.

Zur ersten Frage.

In einem Falle von Paraplegie gebrauchte man täglich zwölf Tropfen *Tinctura Fowleri.* Der erste Urin vier Stunden nach der ersten Einnahme entleert, lieferte einen deutlichen Spiegel, näher untersucht als Arsenspiegel sich bewährend.

Um mich zu überzeugen, ob das Arsen noch früher in Urin auftritt, benützte ich den nächsten Fall, wo *Tinctura Fowleri* gegeben wurde. Hier wurde der Urin eine Stunde nach der Einnahme von zwölf Tropfen *Tinctura Fowleri* mit dem Katheter genommen und ich bekam schon einen matten Anflug, der durch Zusammenjagen in die eng ausgezogene Röhre deutlich als Arsenspiegel und durch den Knoblauchgeruch sich als Arsen charakterisirte.

In einem anderen Falle von geheilter Syphilis, bei welchem gegenwärtig ein pleuritisches Exsudat besteht, wurde *Solutio Pearsonii* (die Unze dieser Flüssigkeit enthielt einen Gran arseniger Säure). Davon wurden um acht Uhr früh zehn Tropfen gegeben. Um zehn Uhr, also nach zwei Stunden, wurden schon Spuren von Arsen mittelst des Marshi'schen Apparates, im nächsten Urin ein etwas deutlicherer Anflug bemerkt, der durch Zusammenjagen als Arsenspiegel erkennbar war.

So wurden Urine in weiteren Fällen von *Carcinoma epiteliale, Carcinoma mammae,* von ekzematösen und mit Psoriasis behafteten und von syphilitischen Individuen untersucht, wo in der ersten oder zweiten Stunde, nach Einnahme des Arsenpräparates, das Arsen im selben nachgewiesen wurde.

Ich untersuchte ferner den Urin eines Mannes, den ich auf einer Excursion traf, der jeden zweiten Tag zwei Gran arsenige Säure nimmt (denn so viel wog die Dosis, die er mir gab und die er jeden zweiten Tag einnahm). Ich konnte das Arsen in zwei Unzen Urin, nachdem derselbe eingedampft wurde und mit Chlorwasserstoff-Säure und chlorsaurem Kali die organischen Substanzen zerstört

waren, schon durch Fällen mit Schwefelwasserstoff nachweisen. Da ich keine Urinmenge vom ganzen Tag bekam, die er mir schicken wollte, so hätte eine quantitative Ermittlung des Arsens keinen Anhaltspunkt gegeben, um nachzuweisen, wie sich die Menge des eingenommenen zum ausgeschiedenen Arsen verhalte, worüber ich bei erster Gelegenheit nähere Untersuchungen ausführen werde.

Machen wir einen Rückblick, so kann man nach Gebrauch von zehn Tropfen *Tinctura Fowleri pro dosi* eine Stunde nach der Einnahme den Urin arsenhältig finden.

Die Frage, wie lange man den Urin nach Aussetzung des Medicamentes noch arsenhältig findet, findet durch Nachstehendes seine Erledigung.

Nach Gebrauch von zehn Tropfen *Solutio Pearsonii* täglich durch eine Woche hindurch, fand ich nach Aussetzen des Medicaments am vierten Tage keinen deutlichen Arsenspiegel mehr. Bei Gebrauch von dreissig Tropfen *Tinctura Fowleri*, zwölf Tage hindurch, fand ich nach Aussetzung des Medicaments den letzten Spiegel am 15. Tage, und einmal bei täglichem Gebrauche von zwanzig Tropfen *Tinctura Fowleri* durch sechzehn Tage hindurch am 24. Tage den letzten deutlichen Nachweis von Arsen.

Eben so wie den Urin untersuchte ich auch den Speichel, nachdem das Medicament durch drei Tage ausgesetzt war, und fand in kleinen Mengen Speichel deutlich im Marsh'schen Apparate einmal am 15., einmal am 22. Tage noch das Arsen, wo im Urin am 16. und 24. Tage dasselbe verschwand.

Ich möchte nun nach einer Reihe von vierundzwanzig dergleichen Untersuchungen den Schluss ziehen, dass es keine bestimmte Frist für das letzte Auftreten des Arsens im Urin gibt, sich dasselbe nach der grösseren oder geringeren Dosis und längerer Dauer der Verabreichung richte, dasselbe, wie ich aus einer ferneren Untersuchung sehe, jedoch gänzlich ausgeschieden wird, nach Verabreichung von *Diureticis*, die Dauer der Abscheidung durch die grössere entleerte Urinmenge abgekürzt werde.

Zur zweiten Frage.

Bei Anwendung des Cosmi'schen Pulvers auf ein Fussgeschwür zeigte der Urin der ersten Stunde einen braungelben Anflug, den gewissenhaft einen Arsenspiegel zu nennen ich mir nicht traue, weil

ich die fernere Constatirung nicht vornehmen konnte, jedoch der Urin der folgenden Stunden gab mir deutliche Arsenspiegel. Ich wollte nun den Urin dieser Kranken länger untersuchen, bekam aber die nächsten Tage einen immer matter werdenden Anflug, vermuthlich war wegen der Schorfbildung die Resorption aufgehoben. Das Fussgeschwür heilte.

Zur dritten Frage: Untersuchung der Knochen auf ihren Arsengehalt.

Dass ich auch in den Knochen Arsen finden würde, zweifelte ich von vorneherein nicht, dass ich es wirklich fand, beweist folgender Fall:

Einer mit *Carcinoma mammae* behafteten Person, bei der die Operation nicht ausführbar war, wurden täglich fünf Tropfen *Tinctura Fowleri* durch längere Zeit im Ganzen zwei Drachmen ordinirt; drei Tage vor dem Tode wurde die letzte Dosis von fünf Tropfen angewendet.

Ich bekam einen Oberschenkelknochen von diesem Cadaver, denselben übergoss ich, nachdem er von allen Weichtheilen sorgfältig gereinigt, die Beinhaut abgeschabt war, mit concentrirter Salzsäure; nach dreitägiger Einwirkung bei gewöhnlicher Temperatur war der Knochen sammt Knorpel gelöst, diese dicke Flüssigkeit wurde mit Wasser verdünnt und im Schneider'schen Apparate destillirt; das Destillat im Marshi'schen Apparate untersucht, gab einen deutlichen Arsenspiegel.

Wie man nun in einer alten *Tinctura Fowleri* öfters Arseniksäure statt arseniger Säure findet, so war es auch bei dieser Tinctur, welche dieses Individuum nahm, der Fall; es konnte daher das Arsen in diesem Falle wegen der Isomorphie der phosphorsauren mit den arseniksauren Salzen als dreibasischer arseniksaurer Kalk in den Knochen sich längere Zeit aufhalten.

Diese Idee drängte sich mir desshalb auf, weil ich bei der Analyse dieses Knochens mehrere grössere Arsenspiegel bekam, während das gleichzeitig untersuchte, sehr gefässreiche Medularcarcinom der Brustdrüse von demselben Gewichte des Knochens nur einen kleinen Spiegel gab. Da jedoch das Arsen drei Tage vor dem Tode ausgesetzt war, so war dies kein geeigneter Fall; ich wünschte mir einen Knochen, wo ungefähr vier bis acht Wochen vor dem Tode das Arsen ausgesetzt worden wäre.

Da in Steiermark sehr viele Individuen theils aus Aberglauben, theils zur Kräftigung der Gesundheit das Arsen geniessen, so führte der Zufall so ein Individuum auf die Klinik des Herrn Professor Rehaczek in der Person einer 35jährigen Dienstmagd mit einer Gangrän des linken Unterschenkels behaftet.

Sie hatte früher im Dienste Pferde zu hüten und zu füttern und gab zwei Pferden täglich eine Handvoll Hüttenrauch.

Weil hier auf dem Lande der Aberglaube herrscht, dass, wenn die Pferde gedeihen sollen, auch der Fuhrmann Hüttenrauch geniessen muss, so nahm sie jeden zweiten Tag ein Kügelchen (das sie aus Hüttenrauch formte).

In Folge dessen erbrach sie sich häufig, bekam Bauchschmerzen und nach zweijährigem Gebrauche wurde das Erbrechen häufiger, — zugleich magerte sie ab.

Gegenwärtig hat sie eine trockene spröde, sich abschuppende Haut und einen auffallenden Schwund des ganzen Zellgewebes und wurde wegen obiger Gangrän des Unterschenkels am Oberschenkel amputirt.

Sie soll nach ihrer Aussage ungefähr acht bis zehn Wochen vor dieser Amputation mit der Einnahme des Hüttenrauchs ausgesetzt haben.

Ich analysirte zuerst die den Unterschenkel umgebenden Weichtheile nach obiger Methode und fand kein Arsen.

Ich analysirte die Unterschenkelknochen, nachdem ich sie nach 48stündigem Stehen und Auflösen mit concentrirter Salzsäure im Schneider'schen Apparate destillirte und fand keine Spur von Arsen im Destillate, nachdem ich dasselbe im Marshi'schen Apparate untersuchte.

Es müsste nun, wenn obige Ansicht die richtige wäre, der Stoffwechsel binnen dieser Zeit den arseniksauren Kalk gerade so ausgeschieden haben, sowie der phosphorsaure Kalk durch neue Anlagen ersetzt wird oder das Arsen wird aus den Knochen, sowie aus andern Gewebtheilen in derselben Zeit ausgeschieden. Es fehlt mir hier die Mittelstufe nämlich einen Knochen zu untersuchen, wo vier bis sechs Wochen früher die Einnahme des Arsens ausgesetzt wurde, welches ich bei vorkommender Gelegenheit näher untersuchen werde.

Zur vierten Frage?

Ich wies das Arsen in Schuppen bei Psoriasis und Ekzem nach, so wie auch in einem Brustdrüsencarcinom.

Weil bei diesen Krankheiten die *Tinctura Fowleri* häufig angewendet wird, so will ich hier nur sagen, dass die Psoriasis und das Carcinom sich dabei durchaus keiner Besserung erfreuten; das Ekzem war kein günstiger Fall um an ihm das Arsen als Heilmittel zu studiren, es wäre auch ohne Medicament durch blosse kalte Umschläge geheilt. Ich untersuchte die Schuppen auf folgende Weise: ich unterwarf sie, nachdem ich sie mit Salzsäure durch einige Stunden stehen liess, einer Destillation und untersuchte das Destillat im Marsh'schen Apparate und bekam immer einen Arsenspiegel, jedoch muss man etwas grössere Quantitäten Schuppen untersuchen.

Zum Schlusse füge ich noch einige Versuche über Resorption und Ausscheidung von Antimonialpräparaten hinzu:

Ein Patient mit Pneumonie bekam täglich einen Gran Brechweinstein.

Erste Einnahme um $2^1/_2$ Uhr Nachmittags; erster Urin von sechs Uhr Nachmittags gab einen schwachen, die folgenden deutlichere Spiegel im Marsh'schen Apparate, welche bei gelindem Erwärmen oranggelb wurden, nachdem Schwefelwasserstoff darüber geleitet wurde und bei nachheriger Behandlung mit Chlorwasserstoffgas verschwanden.

Nachdem durch sechs Tage täglich ein Gran Brechweinstein angewendet wurde, verschwand bei dem Aussetzen des Medicaments am vierten Tage das Antimon aus dem Urin.

In einem Falle von chronischen Lungenkatarrh, wo fünffach Schwefelantimon (Goldschwefel) angewendet wurde, zeigte der Urin, im Marsh'schen Apparate untersucht, einen deutlichen Antimonspiegel; ein zweites — ein drittes Mal fand ich kein Antimon im Urin.

Weil nun der Goldschwefel in alkalischen Flüssigkeiten, in Antimonsäure und Schwefelkalium sich zerlegt, so wurde bei zwei andern Fällen noch kohlensaures Kali angewendet — bei welchen ich einigemal Antimon im Urin, mehreremal aber nicht fand.

Der *Kermes minerale* wurde beim Gebrauche von kohlensaurem Kali und auch ohne demselben immer im Urin nachgewiesen.

Ich bediente mich bei allen meinen Arbeiten der reinsten Reagentien so wie jedes Marsh'schen Apparates nur einmal.

Vorträge.

Untersuchungen über die Balgdrüsen der Zungenwurzel.

Angestellt im physiologischen Institute der Wiener Universität

von **Friedrich Gauster,**

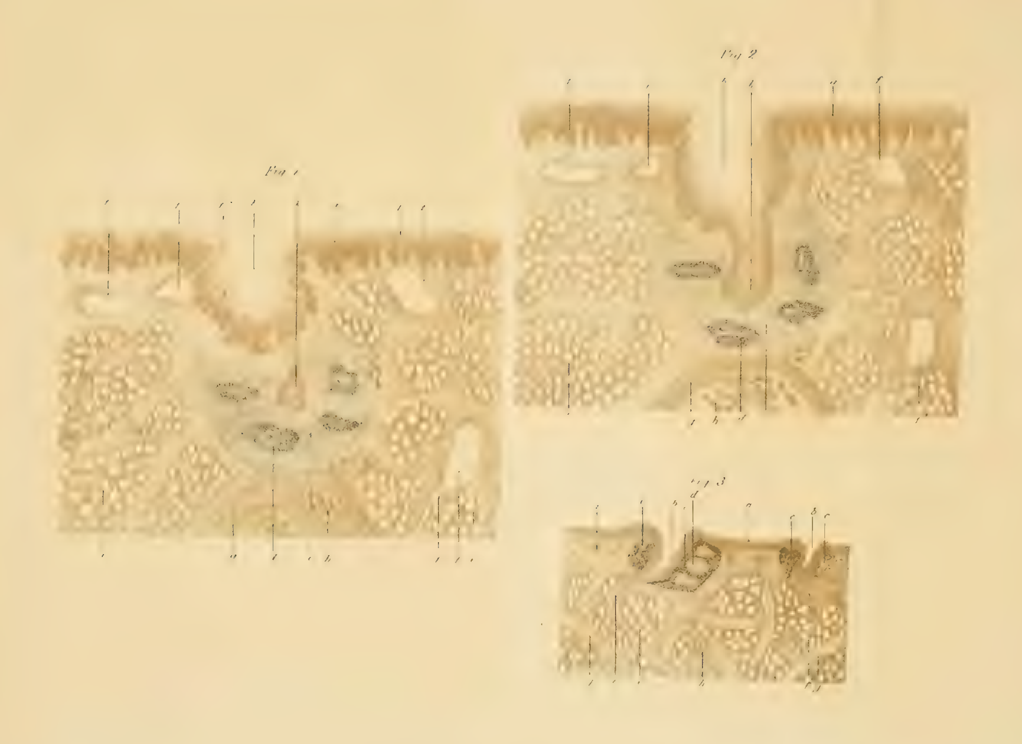
aus St. Andrä im Lavantthale.

(Mit 1 Tafel.)

(Vorgetragen von dem w. M. Herrn Prof. Brücke.)

Kölliker beschrieb in seiner „Mikroskopischen Anatomie" am Grunde der Zunge zwischen den *papillis circumvallatis* und der *epiglottis* einerseits und der Tonsillen andererseits die sogenannten Balgdrüsen, als linsenförmige oder sphäroidische Körperchen, welche unter der dort sehr dünnen Schleimhaut im submukösen Bindegewebe eingebettet, wie er sagt, dickwandige Kapseln sind, die nach aussen von einer Faserhülle umgeben sind, und in der Mitte eine mit Plattenepithel ausgekleidete trichterförmige Höhle zeigen, welche durch eine feine Öffnung mit der Oberfläche der Zunge communicirt, und in welche man gewöhnlich von unten her den Ausführungsgang einer tiefer gelegenen Schleimdrüse münden sieht. Zwischen dieser Faserhülle und der Epithel der Höhle befinde sich „in einer zarten, faserigen, gefässreichen Grundlage eine gewisse Zahl geschlossener Follikel." Vom Baue dieser Follikel sagt Kölliker, dass er sehr ähnlich sei dem der Peyer'schen Drüsen im Darme. Die Beschreibung des feineren Baues der „Follikel" zu wiederholen, wäre überflüssig, da sie ohnehin jedermann kennt, oder im genannten Werke nachsehen kann. Ebenso beschrieb Kölliker diese Follikel und deren Anordnung in den Tonsillen, und betrachtet dieses Organ als ein Aggregat mehrerer Balgdrüsen.

Die Abbildung der Balgdrüsen, welche Kölliker seiner Beschreibung beigibt, hat wohl nicht den Zweck, ein naturgetreues Bild einer Balgdrüse zu geben, sondern ist mehr eine schematische Zeichnung :


Fig 1
Fig 2
Fig 3

Unte

Grun
epigl
Balge
unter
einge
von e
epith
eine
in we
tiefer
hülle
rigen
Follik
ähnli
bung
flüssi
nachs
Anord
Aggr

bung
Balgd

denn in Wirklichkeit geben Durchschnitte durch die Mitte von Balgdrüsen des Menschen, sowie auch der Thiere ein ganz anderes Bild.

Was zuvörderst die, den ganzen Balg umgebende Faserhülle betrifft, so ist an getrockneten Präparaten von einer solchen wohl nichts zu sehen, es erscheinen vielmehr die Follikel mit dem sie einhüllenden Stroma ganz einfach in das umliegende submuköse Bindegewebe locker eingebettet, welches hier keine andere Beschaffenheit zeigt, als anderswo.

Die Zahl der Follikel ist in der Zeichnung von Kölliker etwas zu gross angegeben; es finden sich selten mehr als fünf oder sechs in einer Balgdrüse, ja in mancher ist auch gar kein bestimmt abgegrenzter Follikel vorhanden, und man findet nur um die Höhle eine körnige Masse (Fig. 3, *c'*) herumgelagert, welche ganz das Ansehen bietet, wie in den confluirenden Payer'schen Drüsen im Darme des Menschen. Was endlich die Höhle der Balgdrüsen anbelangt, so sah ich sie nie in der Gestalt, wie sie Kölliker abbildete, sondern beim Menschen findet man immer Grübchen (Fig. 3, *b*) von der Gestalt eines Trichters, dessen weite Öffnung nach der Oberfläche der Zunge zu sieht, und dessen engster Theil der tiefste ist, wo gewöhnlich der Ausführungsgang einer darunter liegenden Schleimdrüse ausmündet (Fig. 3, *f*).

Trotzdem, dass ich in diesen einzelnen Punkten von Kölliker abweichen muss, glaube ich doch seine Grundansicht gegen Sachs, der sich neuerlich gegen dieselbe ausgesprochen hat, vertheidigen zu müssen.

Im vorigen Jahre schrieb nämlich H. Sachs eine Dissertation (*Observationes de linguae structura penitiore. Dissert. inauguralis anat. physiol. etc. Vratislaviae 1856*), in der er unter anderem auch angibt, dass er über diese Gebilde genauere Untersuchungen vorgenommen habe. Hiezu wählte er nebst Menschenzungen die Zungen von Ochsen, die er in Essig kochte, trocknete und dann von einem Ende der Balgdrüse bis zum anderen viele feine, unmittelbar auf einander folgende Durchschnitte machte. Bei diesem Verfahren nun, sagt er, habe er gesehen, dass die sogenannten Follikel, die um die Grübchen der Balgdrüsen gelagert sind, keine geschlossenen Kapseln seien, wie Kölliker sagt, sondern dass sie mit weitem Lumen in diese Grübchen münden, dass also ihre Höhle mit der des

Grübchens communicire, und will hiemit beweisen, dass die Gebilde, welche Kölliker als Follikel beschrieb, nichts anderes seien, als kleine blindsackförmige Ausbuchtungen dieser Grübchen. Entsprechend dem anatomischen Befunde schreibt ihnen Sachs die Function zu, dass sie als *receptacula* für den Schleim dienen sollen, der sich aus den tieferliegenden Schleimdrüsen in die Grübchen ergiesst, und in jenen für einige Zeit aufbewahrt werden soll.

Diese Behauptung veranlasste mich, die Balgdrüsen und Tonsillen einer wiederholten genauen Untersuchung zu unterziehen. Ich nahm diese in derselben Weise vor, wie es Sachs angibt, und zwar an Zungen vom Menschen und vom Rinde, und an Tonsillen vom Schweine, und kam zur Überzeugung, dass Sachs bei seinen Beobachtungen einerseits (bei der Rindszunge) keine Follikel vor sich gehabt habe, sondern dass er der irrigen Meinung war, Kölliker habe diese Ausbuchtungen der Grübchen als Follikel beschrieben, und dass er andererseits (beim Menschen) die Gebilde, welche wirklich Follikel im Sinne Kölliker's sind, nicht als solche erkannt, sondern für Ausbuchtungen der Grübchen gehalten habe.

Es ist also der Zweck dieser Abhandlung, zu zeigen, dass sich die Follikel an der Zunge und in den Tonsillen, abgesehen von den oben angeführten Punkten, in der That nicht anders verhalten, als es bereits Kölliker beschrieben hat.

Was die Balgdrüsen an der Rindszunge anbelangt, so findet man in besagter Gegend in unregelmässigen Abständen von einander, einzeln oder zu mehreren beisammen stehend, gewöhnlich halbkugelförmige Grübchen in der Schleimhaut (Fig. 1, 2, *b*), die von einer gleich dicken Schichte Plattenepithel ausgekleidet sind, wie sie die übrige Schleimhautoberfläche besitzt. An dieser letzteren ragen allenthalben dickere und dünnere Papillen, erstere gewöhnlich noch mit fadenförmigen Fortsätzen in das Epithel hinein. Dergleichen Papillen finden sich auch in den obenerwähnten Grübchen, in deren Grunde sie jedoch weniger zahlreich und mehr stumpf und rundlich werden.

Von diesen Grübchen gehen bisweilen eine, zwei, oder auch mehrere kleinere Ausbuchtungen, blind endende, ebenfalls mit Epithel ausgekleidete, enge, schlauchförmige Fortsätze ab (Fig. 2, *k'*), welche in verschiedenen Richtungen und auf verschiedene Entfernung hin, theils mehrfach winkelig gebogen, theils bogenförmig oder

auch geradlinig verlaufend, in die darunter liegende Schleimhaut, oder auch mitten zwischen die Follikel hineinragen.

Um den tiefsten Grund dieser Grübchen und ihre Ausbuchtungen befinden sich theils bis dicht an das Epithel reichend, theils durch eine mehr oder weniger dicke Schichte faserigen Bindegewebes von diesem getrennt, rundliche oder polyëdrische Nester einer dunkleren Masse (Fig. 1, 2, *c*), in welcher wieder einzelne, kleinere, noch dunklere, rundliche oder polyëdrische Körper (Fig. 1, 2, *d*) bemerkbar sind. Diese Nester sind an ihrer Peripherie scharf abgegrenzt und ringsum von faserigem Bindegewebe umgeben. Sie besitzen keine eigentliche Hülle, sondern sind eben nur in das sie umgebende Bindegewebe locker eingebettet. Die zuerst erwähnte dunklere Masse stimmt ganz mit der „zarten, faserigen Grundlage", welche Kölliker in den Balgdrüsen beschrieb, und die kleineren scharf abgegrenzten Körper in dieser Grundlage ganz mit den „Follikeln" Kölliker's überein, nur bieten diese hier ein dunkleres Ansehen dar, als ihre Umgebung, während sich dies beim Menschen gerade umgekehrt verhält. In diesen Körpern, so wie auch in der, diese umgebenden Grundlage sind deutliche capillare Gefässramificationen wahrzunehmen. Führt man feine Schnitte der Reihe nach durch die ganze Masse der eben beschriebenen Gebilde, so findet man, dass der Bau derselben überall gleich ist, und dass weder Ausführungsgänge aus diesen Gebilden, noch irgend wie anders beschaffene Öffnungen oder Lücken sich vorfinden.

Diese ganzen Gebilde am Grunde der Rindszunge sind mithin wahre Balgdrüsen im Sinne Kölliker's, obwohl sie, wie aus dem bisherigen und den beiliegenden Abbildungen ersichtlich, in Gestalt und Anordnung der sie constituirenden Elemente nicht ganz gleich sind mit jenen an der Menschenzunge.

Macht man in oben erwähnter Weise feine Durchschnitte durch die Balgdrüsen des Rindes, so findet man fast bei jeder in den ersteren Schnitten in einiger Entfernung vom Grunde des Grübchens einen oder mehrere rundliche, geschlossene, ringsum scharf abgegrenzte Körper (Fig. 1, *k*), welche entweder frei im submukösen Bindegewebe liegen, oder wohl auch mitten in den oben beschriebenen Nestern zwischen den Follikeln eingebettet erscheinen. Untersucht man die nächstfolgenden Schnitte, so sieht man, dass diese Körper immer grösser werden, dass sie sich gegen den Grund des Grübchens hin

immer mehr und mehr verlängern, und dass die Zwischenwand zwischen ihnen und dem Grübchen endlich ganz verschwindet, und ihre Höhle mit der des Grübchens zusammenfliesst (Fig. 2, *k*). Manchmal beobachtet man, je nachdem man eben mit den Durchschnitten angefangen hat, den umgekehrten Gang; man sieht nämlich Ausbuchtungen aus den Grübchen entstehen, die dann auf späteren Schnitten, wenn sie eben in ihrem Verlaufe aus der Schnittebene herausgebeugt haben, als geschlossene rundliche Körper erscheinen, in deren Inneren man natürlich nur das Epithel wie in den Grübchen sieht. Da nun diese Ausbuchtungen von den verschiedensten Punkten der Grübchen ausgehen können, und in den verschiedensten Richtungen sich in die Tiefe ziehen, und man daher an den verschiedensten Punkten auf Querschnitte von solchen Blindsäcken kommen kann; so wäre es wohl denkbar, dass man diese scheinbar geschlossenen Körper bei oberflächlicher Betrachtung für Kölliker's „Follikel" halten könnte, mit denen sie jedoch im Baue keine entfernte Ähnlichkeit haben.

Wie aber Sachs der Meinung sein kann, dass Kölliker die Querschnitte von solchen Ausbuchtungen als Follikel beschrieben habe, kann ich mir nicht anders erklären, als dass Sachs die Follikel an der Rindszunge niemals gesehen habe, zumal er auch gar nichts von solchen Gebilden erwähnt, die mit diesen eine Ähnlichkeit hätten. Analog dem Verhalten der Follikel in den Balgdrüsen der Rindszunge gab Sachs auch ein eigenthümliches Verhalten derselben in den Tonsillen an, und zwar nahm er als Object die Tonsillen vom Schweine.

Er sagt nämlich, dass die Gebilde, welche Kölliker als Follikel beschrieb, und die bekanntlich rings um die mit Epithel ausgekleideten Hohlgänge gelagert sind, welche senkrecht auf die Oberfläche der Tonsillen, von da in die Tiefe ziehen, keine geschlossenen Körper seien, sondern Höhlen, die theils unmittelbar, theils durch längere weite Ausführungsgänge in die erwähnten Hohlgänge münden.

Weiter gibt er keine genauere Beschreibung, sondern sagt, dass aus seiner beiliegenden Abbildung alles klar zu ersehen sei.

Es ist nicht der Zweck dieser Abhandlung, den ohnehin hinlänglich gekannten Bau der in Rede stehenden Gebilde ausführlich zu beschreiben; daher will ich nur bemerken, dass Sachs bei seiner Untersuchung der Tonsillen nur Durchschnitte durch Schleimdrüsen vor sich gehabt hat, welche ja in grosser Menge am Rande der Tonsillen vorkommen, wie dies seine Abbildung deutlich zeigt. Diese

Zeichnung gibt nämlich genau das Bild von Schleimdrüsen mit ihren Ausführungsgängen, womit natürlich die Anordnung der Follikel Kölliker's in den Tonsillen gar keine Ähnlichkeit hat.

Die Follikel sind nämlich in nicht grosser Anzahl und mässigem Abstande von einander um je einen jener oben erwähnten, blind endenden Hohlgänge herumgelagert, und bilden, indem alle von diesem ziemlich gleich weit entfernt sind, nur eine Lage um diesen, gleichsam wie in der Fläche eines Cylinder-Mantels liegend. Ausser diesen findet man nur wenige Follikel in der Umgebung zerstreut.

Sachs hingegen zeichnet eine grosse Anzahl solcher Gebilde, von denen er meint, Kölliker habe sie als „Follikel" beschrieben, dicht neben einander, ja einander unmittelbar berührend, und zu kleineren und grösseren, neben und hinter einander liegenden Träubchen gruppirt, welche durch bindegewebige Scheidewände von einander getrennt sind, und lässt die vermeintlichen Follikel, wie bereits erwähnt, in Ausführungsgänge sich sammeln.

Bei genauer Untersuchung auf einander folgender Schnitte, welche durch die Mitte der Tonsillen gehen, sieht man nirgends die bekannten Follikel (Kölliker's) sich öffnen oder ausmünden, und diese besitzen auch einen ganz anderen Bau, als die von Sachs beschriebenen Gebilde. Sie bestehen nämlich aus einer geschlossenen Kapsel, mit einem feinkörnigen Inhalte, welcher gebildet wird von reichlichen Zellen und Kernen, zwischen welchen nicht selten capillare Gefässramificationen wahrzunehmen sind.

Diese Gebilde stimmen also in ihrem Baue ebenfalls mit den Peyer'schen Drüsen im Darme, und den sogenannten Follikeln in der Zunge überein.

Aus dem Gesagten geht also hervor, dass Sachs nicht etwa Dinge beschrieben habe, die nicht existiren, dass er aber auch hier nicht die Gebilde vor sich gehabt habe, die Kölliker als Follikel beschrieben hat.

Eben so wie von den Tonsillen gab Sachs auch von den Balgdrüsen des Menschen nur eine Abbildung und eine kurze Erklärung zu dieser, aber keine genauere Beschreibung.

Er zeichnet die Balgdrüsen des Menschen als kugelige, gleichförmig dunkle Massen unter der Schleimhaut, in deren tiefsten Grund Ausführungsgänge von Schleimdrüsen einmünden, und sagt, dass dies ganz einfach Schleimdrüsenausführungsgänge seien, die vor ihrer

Mündung zu einer einfachen Höhle oder mehreren seichten Auszackungen sich erweitern. Hier, wo sich wirklich Follikel, wie sie Kölliker beschrieb, vorfinden, sah er unbegreiflicher Weise das Ganze für eine homogene Masse an, und deutet diese ganz ohne Grund als einfache Aushöhlungen.

Wahrscheinlich schritt er schon mit der Idee zur Untersuchung der Menschenzungen, dass die sogenannten Follikel Kölliker's nichts anderes seien, als solche oben besprochene Aussackungen, zu welcher er durch seine Untersuchung an der Ochsenzunge gebracht wurde.

Sachs war also, wie ich schliesslich nochmals erwähnen will, bei der Abhandlung dieses Gegenstandes der irrigen Meinung, Kölliker habe diese Aussackungen von den Höhlen der Balgdrüsen als Follikel beschrieben. Die Ansicht also, welche er bekämpft, hat Kölliker niemals gehegt, sondern sie ist ihm nur von Sachs selbst durch ein Missverständniss untergelegt worden.

Zum Schlusse will ich noch einige Eigenthümlichkeiten der Schleimdrüsenausführungsgänge in der Rindszunge erwähnen, wie sie bei dieser, aber nicht bei der Menschenzunge vorkommen.

Beim Menschen verlaufen die Ausführungsgänge theils geradlinig, theils bogenförmig, oder auch mehrfach leicht gewunden, unter einem rechten oder diesem doch nahekommenden Winkel gegen die Oberfläche der Zunge hin, und münden dort theils an beliebigen Punkten, theils, und zwar dort, wo sich Balgdrüsen finden, in den tiefsten Punkt der mehrfach erwähnten trichterförmigen Vertiefungen. Beim Rinde hingegen münden die ziemlich kleinen Ausführungsgänge, welche aus den einzelnen Schleimdrüsenläppchen hervorkommen, in lange, weite Schläuche, deren Querdurchmesser das vier- bis zehnfache von dem der Ausführungsgänge beträgt. Die Wand dieser Schläuche wird von faserigem Bindegewebe gebildet, in welchem weiter keine geformten Elemente wahrnehmbar sind. Ihr Inhalt ist eine homogene, hyaline Masse, welche auf Durchschnitten in Gestalt eines Pfropfes hervorquillt, und ganz das Verhalten des Schleimes zeigt. Der Verlauf dieser Schläuche ist ein sehr mannigfacher: sie nehmen ihren Ursprung gewöhnlich in ziemlich beträchtlicher Tiefe, wo man sie durch plötzliche Erweiterung eines Ausführungsganges entstehen sieht (Fig. 1, *f, f'*), und verlaufen dann vielfach gewunden und geschlängelt in den verschiedensten Richtungen zunächst zwischen

den tiefer liegenden Drüsenläppchen und kommen auf grossen Umwegen nach und nach der Oberfläche näher.

Auf diesem Wege nehmen sie an verschiedenen Punkten Ausführungsgänge von nahe liegenden Drüsenläppchen auf. Gegen die Oberfläche hin verlaufen sie unter einem spitzen oder rechten Winkel, in welch letzterem Falle sie ganz nahe unter der Schleimhaut wieder unter einem rechten Winkel umbeugen und dann eine kürzere oder längere Strecke parallel mit der Oberfläche verlaufen. In der Gegend, wo die Balgdrüsen vorkommen, sieht man sie nicht selten ganz nahe der Oberfläche in einem Halbkreise oder einem noch grössern Kreisbogen um die Grübchen der Balgdrüsen herumziehen.

Was nun die Ausmündung dieser Schläuche betrifft, so sieht man sie, nachdem sie eine kürzere oder längere Strecke nahe unter der Oberfläche verlaufen und bis dicht an das Epithel gelangt sind, sich plötzlich wieder verengern und durch einen dünnen Ausführungsgang (Fig. 1, *f''*), der kaum die Weite von dem eines kleineren Drüsenläppchens besitzt und das Epithel durchbohrt, entweder frei an der Oberfläche der Schleimhaut oder in die Grübchen der Balgdrüsen ausmünden.

In Bezug der letzteren Stelle muss ich aber bemerken, dass ich nie welche in deren tiefsten Theil, sondern immer nur durch die seitlichen Wandungen einmünden sah. Bei der Untersuchung der Zungen bekommt man auf einem und demselben Objecte niemals einen grösseren Längsschnitt dieser Schläuche zu sehen, sondern man kommt, eben des vielfach geschlängelten und gewundenen Verlaufes wegen an verschiedenen Punkten auf rundliche, ovale, langelliptische Durchschnitte derselben, je nachdem sie der Schnitt eben mehr quer oder schief traf (Fig. 1, 2, *f''*); bei genauer Betrachtung vieler auf einander folgender Schnitte lässt sich jedoch der Verlauf dieser Schläuche ganz gut verfolgen.

Die Bedeutung dieser Gebilde betreffend, lassen sie sich wohl ganz einfach als Reservoire des Schleimes erklären, aus welchen dieser durch die vielen zwischen sie hinein verflochtenen Bündel von Zungenmuskeln während der Thätigkeit der Zungenmusculatur, also vorzüglich beim Fressen und Wiederkäuen, ausgepresst wird.

Erklärung der Abbildungen und der Bezeichnungen in denselben.

Fig. 1. Senkrechter Schnitt durch eine Balgdrüse vom Ochsen, etwas vor der Mitte derselben entnommen.

Fig. 2. Senkrechter Schnitt durch die Mitte derselben Balgdrüse.

Fig. 3. Senkrechter Schnitt durch die Mitte einer Balgdrüse vom Menschen.

a Epithelium der Zunge.

b Höhle der Balgdrüse.

c Bindegewebiges Stroma, in welchem die Follikel liegen.

c′ Cytoblastennester, entsprechend den confluirenden Peyer'schen Drüsen.

d Follikel (Kölliker's).

e Schleimdrüsen.

Ausführungsgänge der Schleimdrüsen.

f′ Quer- und schiefe Schnitte durch die weiten Schläuche, in welche die Ausführungsgänge der Schleimdrüsenläppchen einmünden.

f″ Mündung dieser Schläuche.

g Muskelbündel.

h Querschnitte von Muskelbündeln.

i Durchschnitte von Gefässen.

k Schnitt durch den tiefsten Theil einer in schiefer Richtung in die Tiefe ziehenden Ausbuchtung der Balgdrüsenhöhle.

k′ Dieselbe Ausbuchtung der ganzen Länge nach durchschnitten.

Die urweltlichen Thallophyten des Kreidegebirges von Aachen und Maestricht.

Von dem c. M. **Dr. Constantin Ritter v. Ettingshausen**

und

Dr. Matthias Hubert Debey,

praktischem Arzte in Aachen.

(Auszug aus einer für die Denkschriften bestimmten Abhandlung. Vorgetragen vom Erstgenannten in der Sitzung vom 16. Juli 1857.)

Schon seit Langem ist es bekannt, dass die zur mittleren und oberen Kreide gehörigen Gesteine in den Umgebungen von Aachen, namentlich der sogenannte Aachener Sand, Pflanzenfossilien führen, ohne dass bisher denselben eine genaue, umfassende Untersuchung gewidmet worden wäre.

Die erste Erwähnung von Pflanzenresten der Aachener Kreide verdanken wir dem Herausgeber der „Juliae et Montium subterranea", dem Franciscus Beuth, der auf seinen Reisen in den Jahren 1770 bis 1776 eine ansehnliche Sammlung von Mineralien und Petrefacten zusammengebracht und auch bei Aachen gesammelt hat. Seine Ausbeute an Kreidepflanzen war indess sehr dürftig, während er aus den Kohlenfeldern an der Worm und bei Eschweiler vierzig Nummern aufzählt und mehrere derselben kenntlich abbildet. Seine Kreidepflanzen beschränken sich auf die ziemlich häufigen fossilen Hölzer, die er unter der damals gebräuchlichen Benennung „*Lithoxyla et Carpolithi*" aufführt.

Fast ein halbes Jahrhundert später erschien von Schlotheim's Petrefactenkunde. In dieser Schrift erwähnt Schlotheim unter der Abtheilung „Pflanzenreich, Dendrolithen" (S. 384) mehrere fossile Hölzer von Aachen. Bei weitem wichtiger sind dagegen die fossilen Früchte, die er in seinen „Nachträgen zur Petrefactenkunde" unter den Namen *Carpolithes hemlocinus, C. hispidus, C. pruniformis*, *C. abietinus*, so wie die Früchte, die er unter den Benennungen *C. avellanaeformis* und *C. juglandiformis* anführt. Die meisten derselben sind Zapfenfrüchte, welche jener merkwürdigen

Coniferen-Gattung angehören, die von Dr. Debey unter der Benennung *Cycadopsis* aufgestellt wurde, die der jetzt lebenden *Sequoia* sehr nahe steht und eine der bezeichnendsten Pflanzenformen der Aachener Kreide sowohl wie noch mehrerer anderer Kreideablagerungen zu sein scheint. (Ich muss hier bemerken, dass dieses fossile Pflanzengeschlecht auch in den Localfloren des sächsischen und böhmischen Quadersandsteins vertreten ist, denn *Geinitzia cretacea* Endl., *Sedites Rabenhorstii* Gein. und *Cryptomeria primæva* Corda fallen demselben zu.) Merkwürdigerweise sind aber die von Schlotheim gegebenen Abbildungen, unter denen namentlich Taf. 21, Fig. 13 sehr kenntlich ist, in der jüngeren Literatur vollständig übersehen worden, und es ist uns nicht ein einziger Schriftsteller bekannt, der darauf verwiesen hätte. Die übrigen von Schlotheim abgebildeten Früchte gehören zwei Dikotyledonenarten an und sind als solche ebenfalls höchst werthvolle Bereicherungen der Aachener Kreideflora gewesen, um so mehr, als dieselben gegenwärtig zu den grössten Seltenheiten gehören.

Nach ferneren zwanzig Jahren (im J. 1841) erschien Göppert's Abhandlung: „Fossile Pflanzenreste des Eisensandes von Aachen". Göppert behandelt darin einen Theil der im Bonner Museum gegenwärtig aufbewahrten Pflanzenreste aus dem Aachener Sande und einige Holzstücke aus der Schlotheim'schen Sammlung in Berlin. Von diesen letzteren gehört jedoch nur ein einziges Exemplar mit voller Sicherheit dem Aachener Sand an, wie wir nach eigener Ansicht der Stücke, die uns durch die Güte des Herrn Prof. Dr. Beyrich auf einige Zeit zur Untersuchung geliehen wurden, behaupten zu dürfen glauben.

Die meisten Verdienste um die Erforschung der Aachener Kreideflora hat sich aber Dr. Debey erworben, welcher seit einer Reihe von Jahren die Fossilien derselben auf das Sorgfältigste sammelte und untersuchte. Von ihm erschienen vier Abhandlungen [1]), welche als

---

[1]) Dr. M. H. Debey: Übersicht der urweltlichen Pflanzenreste des Kreidegebirges überhaupt und der Aachener Kreideschichten im Besondern. Verhandlungen des naturhistorischen Vereins der preussischen Rheinlande. Bonn 1848, S. 113—125.

Derselbe: Über eine neue Gattung urweltlicher Coniferen aus dem Eisensande der Aachener Kreide. Ebend. S. 126—142.

Derselbe: Entwurf zu einer geognostisch-geogenetischen Darstellung der Gegend von Aachen. Mit 1 Steindrucktafel mit geognost. Durchschnitten. Aachen

wichtige Vorarbeiten zur näheren Kenntniss der erwähnten Kreideformation und deren Petrefacten angesehen werden müssen. Auf Wunsch des Herrn Dr. Debey habe ich mich der gleich angenehmen als interessanten Aufgabe unterzogen, die Kreideflora von Aachen mit ihm gemeinschaftlich durchzuarbeiten.

Eine sehr reichhaltige Sammlung von Fossilien aus fünfundzwanzig Fundstätten der Kreideformation in den Umgebungen Aachens, Eigenthum des Herrn Dr. Debey, welche Sammlung ich bei Gelegenheit einer Reise durch Deutschland zu studiren das Vergnügen hatte, liefern uns das Material zu den Bearbeitungen.

Vorliegende Abhandlung enthält die Bearbeitung der Thallophyten der Aachener Flora. Es sei mir nun erlaubt, einige Resultate dieser Arbeit in Kürze auseinanderzusetzen.

Die Zusammenstellungen der bis jetzt bekannt gewordenen fossilen Pflanzen lieferten das eigenthümliche Ergebniss, dass die Algen, die niedersten Formen der Pflanzenwelt, in weit geringerer Zahl bis zur Jetztwelt erhalten worden sind, als es aus dem bedeutenden Vorherrschen der Meere gegen das Festland in der Vorwelt erwartet werden könnte; und unter allen Formationen sind es bis jetzt nur der Jura und die Kreide, die sich durch vorherrschenden Algenreichthum noch einigermassen auszeichnen. Dazu kommt noch, dass eine nicht unbedeutende Zahl als Algen beschriebener Pflanzen durch die neuesten Untersuchungen sich als sehr zweifelhaft oder gar nicht zu ihnen gehörig erwiesen hat. Die Gattungen *Confervites, Caulerpites, Chondrites, Cylindrites, Keckia, Encoelites, Münsteria* u. a. enthalten theils sehr unsichere Formen, von denen es nicht einmal sicher ist, ob sie überhaupt Reste organischer Bildungen sind; theils hat man Pflanzenformen unter ihnen als Algen bezeichnet, die zu völlig verschiedenen höheren Abtheilungen des Pflanzenreiches gehören. So musste eine ganze Reihe von aufgestellten *Caulerpites*-Arten zu den Coniferen gezogen werden.

Mag als Grund des seltenen Vorkommens fossiler Algen die rasche Zersetzbarkeit sowohl, wie die wegen des zarten Gewebes

---

1849. (Vervollständigter Abdruck aus dem amtlichen Berichte der 25. Versammlung der deutschen Naturforscher und Ärzte zu Aachen.) S. 269—327. Taf. IV.

Derselbe: Beitrag zur fossilen Flora der holländischen Kreide. Verhandlungen des naturhistorischen Vereins der preussischen Rheinlande und Westphalens. VIII. Bonn 1856, S. 568.

schwierige Nachweisbarkeit vieler Algen mit Recht angeführt werden, was Bischof in seiner chemischen und physicalischen Geologie [1]) hervorhebt; so zeigen doch manche Algen, wenigstens in der Jetztwelt, wie die Lessonien, die Fucus-Arten, die Laminarien u. a. eine sehr feste, fast holzige Beschaffenheit. Andererseits finden sich zarte halyseriten- und chondriten-artige Algen schon in den Schiefern der Grauwacke, und verschiedene Vertreter der Delesserien, Laminarien und Caulerpen von der feinsten membranösen Structur in verschiedenen älteren und jüngeren Ablagerungen sehr kennbar erhalten. Ja es dürften vielmehr eben jene zarten Algenformen der vorweltlichen Floren zu beweisen geeignet sein, dass die Zahl der Algenarten in der Urwelt eine verhältnissmässig geringe gewesen und dass insbesondere die riesenhaften Formen der Jetztwelt, wie wir deren in *Lessonia fucescens, Macrocystis pyrifera* u. a. von Armdicke und 700—800′ Länge kennen, der Vorzeit gefehlt haben. Ich erlaube mir noch hier die Angabe, dass als die grösste der bis jetzt bekannten fossilen Algen der *Cylindrites spongioides* Göpp. gilt, ein übrigens sehr zweifelhaftes und vielleicht zu den Spongien gehörendes Fossil. Die nächst grössten sind die ebenfalls zweifelhaften *Keckia*-Arten, von Otto aufgestellt; während, wie schon oben angegeben, die grosse Mehrzahl der fossilen Algen aus sehr zarten und kleinen Formen besteht.

Der durch unsere Arbeit für die fossile Flora gewonnene Zuwachs ist nicht geeignet, ein günstigeres Verhältniss für den Algenreichthum der Vorwelt zu erzielen.

Herr Prof. Unger hat in seinem Sammelwerke „Genera et species plantarum fossilium“ die Zahl der Kreidealgen auf 40 Arten bei einer Gesammtzahl von 132 Kreidepflanzen angegeben. Der Procentgehalt der Kreideflora an Algen beträgt daher nach dieser Angabe 31·8. Diese Zahl musste aber bald um ein Bedeutendes sinken. In Unger's später erschienenem „Versuch einer Geschichte der Pflanzenwelt“ finden wir den Procentgehalt der Algen für die Kreideperiode bereits auf 25·4 herabgesetzt. Nach unseren Untersuchungen der Aachener Kreideflora, welche Flora, vorläufig bemerkt, eine ansehnliche Menge höchst eigenthümlicher Gewächsformen, darbietet, und im Ganzen vielleicht mehr Arten als alle bisher bekannten

---

[1]) Bd. II, Abth. 6, Bonn 1853, S. 1821.

Kreidefloren zusammengenommen umfasst, sinkt der Procentgehalt an Algen für die Kreideflora im Allgemeinen auf 9 herab. Für die Aachen-Manstrichter Flora allein aber erreicht derselbe nur 6·3.

Aus der Classe der Flechten ist nur ein einziges dem Geschlechte *Opegrapha* entsprechendes Fossil, freilich bis jetzt auch die einzige Flechte der Kreideflora, bei Aachen aufgefunden worden. Die Sammlung des Herrn Dr. J. Müller in Aachen enthält ein verkieseltes Holz aus dem Aachener Sande, welches noch mit vollkommen gut erhaltener Rinde versehen ist. Diese Rinde zeigt deutliche Reste einer Flechtenart, welche sich nach genauerer Untersuchung als zu dem angegebenen Geschlechte gehörig zu erkennen gab.

Was endlich die Classe der Pilze betrifft, so gelang es einige unzweifelhaft hierher gehörige Formen für die Kreideflora, aus welcher bis jetzt kein einziger Pilz bekannt ist, aufzufinden. Seit Göppert die schöne Entdeckung eines Blattpilzes des *Exstipulites Neesii* auf dem Laub des *Hymenophyllites Zobelii* aus der Steinkohlenformation gemacht, kann es nicht mehr auffallen, ähnliche Bildungen in jüngeren Formationen anzutreffen. Der Lias hat 5 Arten von *Xylomites* geliefert, und wenigstens 40 Arten, in mehrere Geschlechter vertheilt, sind in verschiedenen Localgebilden der Tertiärformation, unter andern auch im Bernstein beobachtet worden.

Es sind grösstentheils Blattpilze, einige wurden auf Insecten, andere im fossilen Holze gefunden.

Wir fanden auf den Blattabdrücken eines zu der Familie der Proteaceen gehörigen Pflanze, die *Dryophyllum* bezeichnet wurde, die deutlichen Überreste zweier Pilzarten, von denen eine dem jetzigen Geschlechte *Aecidium*, die andere Art dem Geschlechte *Himantia* verwandt ist. Eine dritte Pilzart, eine sphæria-ähnliche Form, fanden wir auf einem Blattreste einer monokotyledonen Pflanze, eine vierte dem Geschlechte *Hysterium* verwandte Art auf einem Dikotyledonen-Blatt.

Schliesslich habe ich noch die Bemerkung beizufügen, dass wir beabsichtigen, auch alle übrigen Abtheilungen der Kreideflora von Aachen zu bearbeiten, um so mehr, als keine der Floren vorweltlicher Formationen derart unvollständig bekannt ist, wie die Flora der Kreidezeit, und unsere bereits vorliegenden Untersuchungen in dieser Beziehung wichtige Ergebnisse lieferten. Es sei mir gestattet,

das Allgemeine derselben hier mitzutheilen, in nachfolgende Punkte zusammengefasst.

Erstens wurden neue und höchst eigenthümliche Pflanzenformen aufgefunden, welche, man kann sagen, fehlende Glieder des Systems ergänzen.

Zweitens ist für die Kreideflora die Möglichkeit zu einer genaueren Vergleichung mit der Flora der Jetztwelt dadurch gewonnen worden, dass mehrere jetztweltliche Familien und Geschlechter bis in die Kreide hinab verfolgt werden konnten.

Drittens zeigte sich, dass die Kreidezeit, welche bisher als zu den an Pflanzen ärmsten Zeitabschnitten gehörig betrachtet wurde, an Artenzahl nur gegen die Steinkohlen-, die Eocen- und die Miocenperiode zurücksteht.

Viertens hat sich eine engere Verknüpfung der Kreideflora mit der Flora der darauf folgenden Eocen-Periode herausgestellt, indem ein Vegetationsgebiet der Jetztwelt, welches in der Eocenzeit vorherrschend vertreten war, nämlich das neuholländische, durch die Entdeckung mehrerer charakteristischer australischer Pflanzenformen in den Schichten von Aachen, nun auch für die Flora der Kreidezeit nachgewiesen werden konnte.

Über die Gefässbündel-Vertheilung im Stamme und Stipes der Farne.

Von H. W. Reichardt.

(Auszug aus einer für die Denkschriften bestimmten Abhandlung.)

Schon Gaudichaud machte darauf aufmerksam, dass die Gefässbündel im Stipes der Farne verschiedene Stellungen zeigen, und dass diese Differenzen einen wichtigen Behelf zur richtigen Erkenntniss der einzelnen Arten abgeben. Später veröffentlichte Presl eine leider unvollendet gebliebene Abhandlung über diesen Gegenstand. Seitdem ist über denselben nichts Näheres erschienen, einige in Zeitschriften zerstreute Notizen ausgenommen.

Alle diese Arbeiten nehmen blos auf den Stipes Rücksicht, und übergehen die Gefässbündel-Vertheilung im Stamme ganz, obwohl dieselbe beinahe noch wichtiger ist, als jene im Stipes.

In dieser Arbeit wurde zum ersten Male auch auf die Gefässbündel-Vertheilung sowohl im Stamme, als auch im Stipes Rücksicht genommen und darnach gestrebt, von derselben so weit es nach dem vorliegenden Materiale möglich war, eine genaue Schilderung zu geben, das für jede Art Charakteristische hervorzuheben und so ein klares Bild von dem Gefässbündel-Systeme einer jeden Art zu entwerfen. So weit es möglich war, wurde auch versucht, grössere Abtheilungen, wie die Cyatheaceen anatomisch zu charakterisiren. Diese Familien-Merkmale dürften insbesondere für die Paläontologie wichtig sein, denn durch solche blos vom Stamme und Stipes hergenommene Charaktere werden sich gewiss viele, jetzt noch uneinreihbare fossile Farne sicher erkennen lassen.

Die Veranlassung zur nachstehenden Arbeit gab eine Sammlung von Farnen aus Venezuela von Karl Moritz in der Provinz Caracas nahe bei Tovar gesammelt, welche das Museum des k. k. Universitäts-bot. Gartens erhielt. Die in derselben befindlichen Arten sind, da nur von einer einzigen Art eine Abbildung des Querschnittes vom Stipes in Presl's Abhandlung vorliegt, beinahe ganz unbekannt in Bezug auf

ihr Gefässbündel-System. Von sämmtlichen Arten liegen auch fructificirende Wedel vor, die mit Numern der Moritz'schen Sammlungen versehen sind, so dass sich die richtigen Benennungen sicher ermitteln lassen.

Für den Stamm der Farne musste eine ganz neue Bezeichnungsweise eingeführt werden, da er noch nie zu Beschreibungen benützt wurde; er bietet manche Schwierigkeiten in Bezug auf seine Gefässbündel-Vertheilung dar, um ihn zur Unterscheidung der einzelnen Arten benützen zu können. Die bedeutendste liegt im Längsverlaufe der Gefässbündel. Weil dieselben nämlich nicht parallel, sondern vielfach unter einander anastomosirend verlaufen, trifft man auf jedem Querschnitte einen oder mehre Gefässbündel, die aus der Anastomose von zwei benachbarten hervorgingen. Da diese durch Paarung entstandenen Gefässbündel an Querschnitten durch verschiedene Höhen des Stammes an verschiedenen Orten und in wandelbarer Zahl sich vorfinden, so gaben die mit einander verglichenen Stammschnitte scheinbar sehr differirende Resultate. Diese Schwierigkeit wurde so zu überwinden gesucht. Bei näherer Betrachtung zeigte sich nämlich, dass jene Gefässbündel, welche aus der Paarung von zwei benachbarten entstanden, sich von den einfachen unterscheiden liessen. Sie wurden gepaarte genannt. Sie zu erkennen ist insbesondere bei Baumfarnen leicht möglich, wo die einzelnen Gefässbündel eine halbmondförmige Gestalt haben; denn dann sind die gepaarten doppelt halbmondförmig gekrümmt, und meist noch ein Mal so lang als die einfachen. Etwas schwieriger ist die Unterscheidung bei krautigen Farnen, deren Gefässbündel rundlich oder elliptisch sind. Bei diesen erkennt man die gepaarten Gefässbündel an ihrer doppelten Länge und einer schwachen Einschnürung in der Mitte. Um die ursprüngliche Gefässbündelzahl im Stamme eines Farnes zu ermitteln, wird zuerst die Zahl der einfachen Gefässbündel angegeben, dann jene der gepaarten und die Zahl dieser letzteren verdoppelt zu jener der einfachen hinzugezählt. Auf diese Weise erhält man ein von dem Vorhandensein einfacher und gepaarter Gefässbündel unabhängiges Resultat, das sich stets gleich bleibt und mit ihm eine feste Basis für Beschreibungen.

Bezüglich des Stipes wurde genau die Presl'sche Bezeichnung beibehalten. Nur einige auffallende Formen von Gefässbündeln wurden mit neuen Namen belegt und für jene Seite des Stipes, die Presl

Vorderseite nennt, die Benennung Oberseite, für die Hinterseite die Bezeichnung Unterseite eingeführt, weil diese letzteren Bezeichnungen genau das Verhältniss ausdrücken, in welchem die Oberseite zur oberen, die Unterseite zur unteren Blattfläche des Wedels stehen.

Note über den Zusammenhang zwischen der Änderung der Dichten und der Brechungs-Exponenten in Gemengen von Flüssigkeiten.

Von Jos. **Grailich** und A. **Handl.**

Die Wärmeentwickelung. welche bei der Mischung von Wasser und Alkohol. Wasser und Schwefelsäure u. s. w. eintritt, ist seit langem ein Gegenstand der Aufmerksamkeit von Physikern und Chemikern gewesen, und von Schmidt, Thillaye, Rudberg u. a. einer genauen Messung unterzogen worden. Als Äquivalent der frei gewordenen Wärme wurde die Contraction der Flüssigkeit beobachtet und die mechanische Theorie der Wärme verspricht hier, wie in so vielen anderen Fällen, wo messbare Wärmeactionen messbare Aggregatänderungen begleiten, Einsicht in die bisher völlig verhüllten Gründe der Erscheinung.

Zahlreiche Beobachtungen, welche im vorigen Sommer von einem von uns über die Änderung der Brechungsverhältnisse mit der Änderung der Concentration von Lösungen angestellt wurden, schienen darauf hinzudeuten, dass zwischen der Grösse der Contraction und dem Betrage, um welchen sich die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes ändert, in vielen Fällen einfache und leicht übersehbare Relationen walten. Vorläufige Versuche mit Alkohol von 88% Gehalt widersprachen dieser Ansicht nicht, und eine Beobachtungsreihe, an verschiedenen Salzlösungen angestellt, gab denselben weitere Bestätigung. Wir erlauben uns hier eine vorläufige Mittheilung über diese Arbeit niederzulegen, welche im nächsten Winter in grösserem Umfang ausgeführt werden soll.

Bezeichnet man durch v_1, v_2 die Volumina zweier Flüssigkeiten von den Dichten d_1, d_2, so ist die Dichte der Mischung derselben

$$D = \frac{v_1 d_1 + v_2 d_2}{v_1 + v_2 + \delta v_1 v_2}$$

wo δ eine von dem Volumverhältnisse der gemischten Flüssigkeiten abhängige Grösse ist. In der That, betrachtet man das neue Volum, welches durch die Mischung erhalten wird, in der Form einer Reihe mit unbestimmten Coëfficienten

$$V = v_1 + v_2 + av_1 + bv_2 + cv_1 v_2 + dv_1^2 + ev_2^2 + fv_1^2 v_2 + \ldots$$

so sieht man leicht ein, dass alle Coëfficienten, welche einfach mit $v_1, v_2, v_1^2, v_2^2, v^3_1 \ldots$ multiplicirt sind, der Nulle gleich sein müssen; es reducirt sich somit der Ausdruck für das neue Volum auf

$$V = v_1 + v_2 + cv_1 v_2 + fv_1^2 v_2 + gv_1 v_2^2 + \ldots$$

$$\text{d. i. } V = v_1 + v_2 + Av_1 v_2 (\alpha v_1 + \beta v_2 + \gamma v_1^2 \ldots)$$

oder wenn man $A(\alpha v_1 + \beta v_2 + \gamma v_1^2 + \ldots) = \delta$ setzt, auf den Nenner des obigen Ausdruckes.

Bezeichnen nun ebenso c_1, c_2 die Geschwindigkeiten, mit denen das Licht sich durch die erste und zweite Flüssigkeit fortpflanzt, t_1, t_2 die Zeiten, in welcher es die Flüssigkeit vom Volum v_1 und v_2 (bei gleichen Querschnitten dieser Volumina) durchschreitet, und C, T, V die entsprechenden Grössen für die Mischung, so wird

$$C = \frac{V}{T} = \frac{v_1 + v_2 + \delta v_1 v_2}{t_1 + t_2 + \tau t_1 t_2}$$

(wo T in derselben Weise wie oben in einer Reihe nach den Grössen t_1 und t_2 entwickelt worden und τ ein dem δ analoger Coëfficient ist).

Dividirt man beiderseits durch c (die Geschwindigkeit des Lichtes in der Luft) und führt für t_1 und t_2 die Grössen $\frac{v_1}{c_1}$, $\frac{v_2}{c_2}$ ein, so wird, wenn n_1, n_2, N die Brechungsexponenten der ersten und zweiten Flüssigkeit und des Flüssigkeitsgemenges bezeichnen,

$$N = \frac{n_1 v_1 + n_2 v_2 + \theta n_1 n_2 v_1 v_2}{v_1 + v_2 + \delta v_1 v_2}$$

Durch die Beobachtung von D und N lässt sich nun aus den beiden gegebenen Gleichungen sowohl δ als auch $\frac{\tau}{c} = \theta$ bestimmen.

Zeigt δ die Contraction (oder Dilatation) der Flüssigkeit an, so wird durch θ die Retardation (oder Acceleration) des Lichtes im Flüssigkeitsgemenge bestimmt. Wir ersparen uns die Vergleichung der von

uns ausgewählten Form der Constanten δ mit der von Rudberg angenommenen für die spätere ausführlichere Mittheilung unserer Beobachtungsreihen und begnügen uns hier an dem Beispiele des Alkohols und einer Salzlösung die einfache Beziehung anzudeuten, welche zwischen den Contractions- und Retardations-Coëfficienten zu bestehen scheint.

Ste. Claire Deville hat vor einer Reihe von Jahren eine Untersuchung über die Änderungen in den Dichten und den Brechungsverhältnissen des Äthylalkohols und des Holzgeistes veröffentlicht. Wir geben zunächst die Berechnung der aus diesen Beobachtungen abstrahirten Werthe von δ und θ.

1. Alkohol mit Wasser. Bei 16° C. v_1 Alkohol, v_2 Wasser.

v_1	v_2	D	N	δ	θ
10	0	0·796	1·3633	—0·018	—0·0090
9	1	0·829	1·3653	—0·014	—0·0072
8	2	0·859	1·3662	—0·012	—0·0061
7	3	0·880	1·3651	—0·011	—0·0055
6	4	0·902	1·3633	—0·012	—0·0060
5	5	0·9275	1·3629		
4	6		1·3592		
3	7	0·960	1·3544	—0·010	—0·0045
2	8	0·972	1·3471	—0·008	—0·0041
1	9	0·984	1·3407	—0·005	—0·0020
0	10	1·000	1·3339		

Die dritte Decimalstelle von D und die vierte von N ist auf eine Einheit nicht mehr sicher; man kann somit innerhalb der Grenzen, welche die Genauigkeit der Beobachtung zulässt

$$\theta = \frac{1}{2}\delta$$

setzen.

2. Holzgeist mit Wasser. Bei 9° C. v_1 Holzgeist, v_2 Wasser.

v_1	v_2	D	N	δ	θ
10	0	0·807	1·3358		
9	1	0·8371	1·3405	—0·014	—0·0078
8	2	0·8619	1·3429	—0·012	—0·0063
7	3	0·8873	1·3452	—0·012	—0·0064
6	4	0·9072	1·3462	—0·011	—0·0054
5	5	0·9232	1·3462	—0·0086	—0·0040
4	6	0·9429	1·3452	—0·009	—0·0058
3	7	0·9576	1·3428	—0·008	—0·0040
2	8	0·9709	1·3394	—0·006	—0·0040
1	9	0·9751	1·3380	+0·006	—0·0026
0	10	1·0000	1·3339		

Berücksichtigt man, dass auch hier die letzte Stelle von D und N unsicher, folglich auch die von δ und θ ungenau ist, so hat man wieder

$$\theta = \frac{1}{2}\,\delta.$$

Deville gibt die Stelle des Spectrum nicht an, auf welche sich seine Messungen beziehen; nach dem Brechungsexponenten 1·3339 zu schliessen muss sie an der Grenze von Blau und Grün, etwa bei b oder E, liegen. Er macht aber selbst auf die Unsicherheit der Einheiten der letzten Stellen seiner Zahlen aufmerksam.

Die Abweichung am Ende der letzten Columne deutet darauf hin, dass das Verhältniss $\frac{\delta}{\theta}$ ein anderes wird, wenn die Mischung in solchen Verhältnissen stattfindet, dass dabei bestimmte chemische Verbindungen eintreten.

Dass übrigens, wie man wohl vermuthen dürfte, die Farbe innerhalb der Grenzen einer Beobachtung, welche noch in der vierten Decimalstelle der Dichten und Brechungsexponenten sicher ist, keinen Einfluss auf das Verhältniss von δ und θ übt, ergibt sich unter anderen auf einer Beobachtungsreihe, welche wir mit Salmiaklösung angestellt. Die Untersuchung wurde im Keller des k. physicalischen Institutes ausgeführt, bei einer Temperatur von 9° — 10°5 R., da wir fanden, dass Beobachtungen in den regelmässigen Arbeitssälen des Institutes theils wegen des Einflusses der im Verlaufe der Arbeit sich ändernden Temperatur (wir haben im Verlaufe weniger Wochen Temperaturunterschiede von 16° R. erfahren), theils wegen der Erschütterung des Gebäudes durch vorüberfahrende Wägen zu keinem befriedigenden und zuverlässigen Resultate führen konnte. Die Methode, scharfe Linien im Spectrum auch im Keller zu erhalten, ist von einem von uns bei einer früheren Gelegenheit beschrieben worden [1]).

3. Concentrirte Salmiaklösung und Wasser in gleichen Voluminibus.

$$v_1 = 1,\ v_2 = 1,\ d_1 = 1{\cdot}0005,\ d_2 = 1{\cdot}0706,\ \delta = -0{\cdot}0057$$

---

[1]) S. die Einleitung meiner „Krystallographisch optischen Bestimmungen." Die Linien 𝔅, 𝔊, 𝔇, 𝔉 gehören dem Absorptionssystem des salpetrigsauren Gases, bei Anwendung der Ölflamme, an.

	Wasser	Conc. Lösung	Mischung	θ
$N_{\mathfrak{B}}$ =	1·3327	1·3799	1·3566	−0·0040
$N_{\mathfrak{C}}$ =	1·3335	1·3815	1·3578	−0·0040
$N_{\mathfrak{D}}$ =	1·3342	1·3824	1·3586	−0·0039
$N_{\mathfrak{F}}$ =	1·3360	1·3842	1·3602	−0·0041

also im Mittel $\theta = 0{\cdot}0040 = \frac{2{\cdot}10}{3}\delta$, d. i. nahezu

$$\theta = \frac{2}{3}\delta$$

4. Concentrirte Salmiaklösung und Wasser; $^3/_4$ Concentration.

$$v_1 = 3 \quad v_2 = 1 \quad \delta = -0{\cdot}0036$$

	Wasser	Conc. Lösung	Mischung	θ
$N_{\mathfrak{B}}$ =	1·3327	1·3799	1·3662	−0·0026
$N_{\mathfrak{C}}$ =	1·3335	1·3815	1·3671	−0·0027
$N_{\mathfrak{D}}$ =	1·3324	1·3824	1·3680	−0·0024
$N_{\mathfrak{F}}$ =	1·3360	1·3842	1·3703	−0·0028

also im Mittel $\theta = 0{\cdot}0026 = \frac{2 \cdot 16}{3}\delta$, d. i. nahezu

$$\theta = \frac{2}{3}\delta.$$

SITZUNG VOM 23. JULI 1857.

Über ein Trichosom in der Leber von Triton cristatus.

Von **Dr. H. Krabbe.**

(Vorgelegt von dem c. M. Prof. Dr. C. Wedl.)

Als ich in den Monaten Mai und Juni dieses Jahres im Laboratorium des Herrn Prof. Wedl histologische Studien machte, wurde ich darauf aufmerksam gemacht, dass frei in den Muskeln des *Triton cristatus* geschlechtlich nicht entwickelte Nematoden gefunden waren, und es gelang mir zweimal, solche in den Muskeln der Bauchwand aufzufinden. Das Würmchen machte schlängelnde, nicht sehr lebhafte Bewegungen, war gleichmässig cylindrisch und hatte kaum $1/4$ der Dicke einer Muskelfaser; es war keine Anlage eines innern Organs erkennbar, mit Ausnahme des Darms; die beiden Enden des Körpers waren abgerundet, das eine war zugeschmälert. Trotz häufigen Nachsuchens fand ich nur diese wenige Individuen, wurde aber dabei aufmerksam auf das Vorkommen von gelblichen Flecken und Knötchen an der Oberfläche der Leber, welche, wie es sich zeigte, theils von Trichosomen, theils von eingekapselten Anhäufungen von Trichosomen-Eiern herrührten. Die ersteren waren in der Lebersubstanz frei eingebettet, liessen sich jedoch wegen ihrer Zartheit nicht unverletzt aus derselben herauspräpariren, so dass das verschmächtigte Kopfende nie zu Gesicht kam, während das dickere hintere Ende nicht selten frei wurde; die grösste Länge des Wurms, die mir zu isoliren gelang, betrug 13 Millim. Mitunter wurden Bewegungen, besonders des Hinterendes beobachtet. Es fanden sich immer nur Weibchen, und sie enthielten Eier in solcher Menge, dass sie oft einem Eierschlauche mehr ähnlich sahen; doch wurde beim

Zerquetschen des Wurms auch der Darm sichtbar. Am schräg abgestutzten Hinterende befand sich die Afteröffnung zwischen zwei abgerundeten Lippen, von denen die untere dieselbe überragte; die obere schien durch eine Mittelfurche wiederum in zwei getheilt zu sein.

Die Kapseln mit Eiern liessen sich leicht isoliren, waren gegen 1 Millim. im Durchmesser, rundlich oder nierenförmig, und hatten eine dünne, durchscheinende, weiche Hülle; beim Auflegen eines Deckgläschens liessen sich unter dem Mikroskope die Eier leicht unterscheiden. In einigen Kapseln waren die Körperwandungen des abgestorbenen Wurms noch zu erkennen, während in anderen dieser zerfallen war, und die Eier frei in der Kapsel zu liegen schienen. Während in den noch nicht eingekapselten Trichosomen in der Leber die Eier um einen grossen Theil noch unreif waren, fanden sich in den Kapseln fast nur reife Eier; mittelst Druck liess sich der Embryo durch das eine Ende des Eies heraustreiben; er war dreimal so lang wie dieses und zeigte schwache Bewegungen, wenn er frei gemacht war.

Unter 23 Tritonen, die ich untersuchte, fanden sich nur zwei, deren Leber keine Spur von Trichosomen zeigten; gewöhnlich waren sie in grosser Menge zugegen und gaben der Oberfläche der Leber ein marmorirtes Aussehen.

Im Darm der untersuchten Tritonen fanden sich auch, doch weniger constant, Trichosomen, die sich aber immer auf einer jüngern Entwickelungsstufe befanden und meistens geschlechtlich unentwickelt waren. Nur einen traf ich (12 Millim. lang), der einige Eier, aber unreife, enthielt; Männchen waren nie zu erkennen. Diese im Darmschleim vorkommenden zeigten ziemlich lebhafte schlängelnde Bewegungen.

Es wurden mehrere Tritonen und Frösche mit Stückchen der Leber, die reife Eier enthielt, gefüttert, aber mit negativem Resultat. Die gefütterten Thiere wurden zwischen dem zweiten und siebenten Tage untersucht; die Eier fanden sich gewöhnlich wieder im Magen oder Darm, aber theils unverändert, theils abgestorben und halb aufgelöst. Inwieferne die in den Muskeln vorkommenden Würmer dem Trichosomum der Leber des einen oder andern Nematoden angehören, war ich nicht im Stande zu entscheiden.

Dujardin (Hist. nat. des Helminthes, S. 21) fand im Mai und Juni 1838 Weibchen des Trichosomum im Darm des *Triton punctatus*, erwähnt aber nicht ihr Vorkommen in der Leber; dagegen fand

er ein ganz ähnliches Verhältniss des *Calodium splenaecum* im *Sorex araneus*, von dessen Darm aus der Wurm in die Milz einwandert, wo er gelbliche Knötchen bildet.

Eingesendete Abhandlungen.

Das Lika- und Krbava-Thal in Militär-Croatien.

Von **Ludwig v. Farkaš-Vukotinović**,

Vorsteher des Nat.-Museums zu Agram, correspond. Mitglied der k. k. geologischen Reichsanstalt und Mitglied mehrerer gelehrter Vereine.

(Vorgelegt in der Sitzung vom 30. October 1856.)

(Mit 1 Karte.)

Das Likaner Thal beginnt bei den Compagnie-Ortschaften Smiljan, Osik und Kula; es dehnt sich von Norden gegen Süden in der Länge von 6—8 Meilen aus. Das Thal bildet eine Hochebene, die nahe an 1800′ über dem Meere liegt; Sand und Grus bedeckt die Flächen; theilweise erheben sich kleine wellenförmige Hügeln mit gröberem Gerölle; darunter hauptsächlich Quarz und Brauneisenstein, als Rasenläufer; aus den sandbedeckten Flächen ragen unzählige Kalkfelsen hervor, die verschieden an Gestalt und Grösse durch das ganze Thal verbreitet sind und stellenweise so zahlreich auftreten, dass sie das ganze Land steril und ungangbar machen. Einige dieser Felsen erheben sich zu einer Höhe von 100′; sie gewähren eine schöne Rundschau in das umliegende Likathal, welches durch die zerstreut liegenden Felsblöcke, durch die aufsteigenden verschiedengestaltigen Spitzen und Hörner einen eigenthümlichen Anblick gewährt.

An der westlichen Seite des Likathales thürmt sich eine grossartige, langgedehnte, gespaltene, gehörnte Kalkwand empor, deren mittlere Höhe 5000′ erreicht; es sind dies die croatischen Alpen unter dem Namen Velebit bekannt; sie gehören zu den julischen Alpen, welche sich von Kärnten, Krain und Istrien herab längs der croatischen Meeresküste über Fiume, Zeng und Karlopago bis gegen Dalmatien herabziehen und andererseits mit den in Dalmatien und Griechenland anstehenden dinarischen Alpenzügen zusammenhängen; am westlichen Abhange senkt sich der Velebit bis an das adriatische Meer, gähe, steil, zerklüftet, kahl und unbewohnt; die ganze Gegend trägt

Vukotinović. Geognostische Skizze des Lika u. Krbava Thales.





in erhöhtem Masse das bekannte traurige Ansehen der adriatischen öden Küste, der durch das immerwährende Sengen der Sonne und anhaltende Wüthen der heftigen Stürme jede Hoffnung auf eine grünende Zukunft für immerdar benommen bleibt.

Wenn man den Kamm des Velebits überschreitet und in die erwähnte Westseite hinabsteigt, so findet man von der Mitte der Alpen gegen abwärts bis an das Meeresufer einen weisslichten, stellenweise conglomeratischen Kalkstein, der in den höheren Lagen, wo er den darunter liegenden dunklen Kalken aufliegt, eine aschenartige Farbe annimmt. Auf den gegenüber liegenden Inseln Veglia und Pago finden wir dasselbe Gestein, den Hauptstock der Inseln bildend, wieder, wo es von kalkigen und sandigen Nummuliten führenden Gebilden bedeckt wird; diesseits an der Küste, namentlich zwischen Bakar (Buccari) und Kraljevica (Portore) sieht man dieselben Nummulitengesteine anstehen, mit dem Unterschiede, dass die Gesteinsbildung auf den Inseln einen sandigen mehr lockeren Charakter hat, die Nummuliten in verticaler Stellung sich befinden und nicht selten leicht herausgenommen werden können, während die Nummulitensteine an der Küste fest und unauslöslich mit der kalkigen Gesteinsmasse verbunden sind und sich meistentheils in schiefer, gedrückter Stellung befinden. Die Verbreitung der lichten conglomeratischen Kalke zieht sich weiter ins innere Land hinein, tritt an vielen Stellen partienweise auf und ist um Korenica am mächtigsten entwickelt.

Das Korenicer Thal liegt 2000′ hoch; die Gebirgskette, durch welche Bosnien von Croatien geschieden ist, zieht sich mit steilen dachförmigen Abhängen von Norden gegen Süden zu in einer Länge von drei Meilen; am Eingange ins Thal erhebt sich die Alpe Plišivica (deutsch Kahlenberg) zu einer Höhe von 5202′ vom Meere; sie ist einer der interessantesten Punkte des ganzen Gebietes, theils wegen der schönen Rundschau, theils wegen dem einer Alpenflora angehörigen Pflanzenreichthum, hauptsächlich aber wegen den petrefactenführenden Gesteinen, die dem Forscher die gewünschte Aufklärung gewähren. Derselbe schon früher erwähnte lichte Kalk, der an der Küste erscheint und im ganzen Korenicer Thale zu Tage steht, steigt bis an den Gipfel der Plišivica; ein fünfter Theil der Alpe ist kahl, aus der reichen Gras- und Pflanzendecke ragen ungeheure Felskolosse empor; zu deren Füssen und an den steilen Abhängen liegt das Gerölle in reichlichem Masse und hier eben ist es, wo das sonst

gänzlich versteinerungsleere Gestein eine beträchtliche Anzahl von Hippuriten enthält, so zwar, dass die Anzahl gegen den Scheitel aufsteigend zunimmt und das Gestein damit ganz angefüllt genannt werden kann. Zwischen den Hippuriten war mir eine Species, nämlich: *Hippurites intricatus* Lanza, leicht bestimmbar. Von *Hippurites intricatus* Lanz. Kreide-Formation aus Dalmatien bei Zara und Prolog an der bosnischen Grenze (Lanza *in litteris* 1856) befinden sich im Agramer National-Museum mehrere Exemplare vom Autor selbst eingesandt, nach welchen die Plišivicaer Hippuriten bestimmt wurden. Aus diesem Umstande geht hervor, dass die Likaner Kalke mit den Hippuriten-Kalken, die in den angrenzenden dalmatinischen Gebirgen vorkommen, identisch sind (Professor Lanza über Dalmatiens geognostische Verhältnisse; Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt, 1853, I. Quartal, pag. 157), während das Nummuliten-Gebilde den unteren tertiären Gliedern beizuzählen ist. Für den Kreis der gegenwärtigen Betrachtungen haben die Nummuliten-Schichten keinen weiteren Werth, weil die Tertiär-Formation an der Likaner Küste nicht vorkömmt. Diese Rudisten-Kalke mit verschiedenen Modificationen in Farben und Structurs-Wechsel repräsentiren die Kreide; wir werden weiter unten wieder darauf zurückkommen.

Ganz im Gegensatze zu den obenerwähnten lichten Kalken findet sich ein zweiter in grossen Massen entwickelter Kalkstein, der den Hauptstock des Velebit-Gebirges ausmacht: er ist dunkelgrau, häufig ganz schwarz von Farbe, stark mergelhältig mit sehr ausgesprochener Schichtung; das Streichen ist von NO. nach SW., das Fallen von W. gegen O. in einer ziemlich aufgerichteten Stellung. In der obersten Region insbesondere bei Halan 3185′ und bei Oštarie gegen Karlopago zu in einer Höhe von 2749′ ist der dunkle Mergelkalk mit einer Menge von versteinerten Bruchstücken (Hippuriten und Crinoiden) angefüllt, welche, da sie in Kalkspath umgewandelt sind, dem Gestein ein geflecktes Aussehen geben. Dünne Sandstein- und Mergelschiefer-Lagen wechseln mit den Kalken.

Längs des Velebits auf dessen nordöstlicher Seite liegen niedere, abgerundete Bergkuppen mit tiefen Thaleinschnitten, die aus Sandsteinen zusammengesetzt sind und einem üppigen Waldwuchs zum Standorte dienen; grobkörnige, thonige und schiefrige Sandsteine wechsellagern, und zwischen denselben erscheinen an vielen Stellen graue Sandsteinschiefer mit einem festen Gefüge, die Schiefer-

thon und Steinkohlen in vier bis sechs Zoll mächtigen Ausbissen führen. Die Festigkeit, das Gefüge und die Farbe der Sandsteine variirt. Bei den grobkörnigen und grauen schiefrigen ist Quarz überwiegend; stellenweise, wo sich Feldspath dem Gemenge zugesellt, nimmt die Festigkeit zu; die vorherrschende Farbe ist die braune und graue, eine Varietät hievon, die höher am Velebit ansteigt, besteht aus hornsteinartigen und feldspathigen, thonigen Fragmenten; bei den thonigen Schiefern ist die rothe Farbe vorherrschend; der Glimmer, der reichlich vorhanden ist, gibt dem Gestein eine noch grössere Theilbarkeit und Verwitterbarkeit.

Bei Ternovac eine Stunde westlich von Gospić sind diese Sandsteine von mir genauer untersucht worden und es ist auch die Kohle einer näheren Betrachtung unterzogen. Im chemischen Laboratorio der k. k. geologischen Reichsanstalt durch Herrn Karl von Hauer analysirt, ergab sich folgendes Resultat:

Wassergehalt in 100 Theilen	3·7
Asche	24
Reducirte Gewichtstheile Blei	23·35
Wärmeeinheiten	5279
Äquivalent einer 30″ Klafter weichen Holzes	9·9·0.

Die Kohle kommt in einer schwarzen starksandigen Asche in kleinen Blättchen und Stückchen vor, die lebhaft glänzen und wenn sie sich in der Tiefe nicht besser zeigt, dürfte sie kaum bauwürdig erscheinen. Die rothen glimmerigen Schiefer enthalten Bivalven, worunter *Myacites Fassaensis* diese Schichten, als dem bunten Sandsteine angehörend, erweiset; in der Nähe von Ternovac bei Brušane am Fusse des Hochgebirges tritt ein kleinkörniger schwarzer Kalk auf, der von den Velebiter schwarzen Mergelkalken und theilweise von Sandsteinen überlagert wird, dieser Kalk ist mit Farrenkräuter-Bruchstücken überfüllt; am Fusse der hochansteigenden Velebiter Kalkwände zieht sich das Sandstein-Gebilde fort gegen Süden zu abwechselnd mit schwarzen Thon- und Mergelschiefern; insbesondere ist bei Počitelj, von Gospić beiläufig 1½ Stunde entfernt, ein schwarzer Schiefer von mir gefunden worden, der deutlich gezeichnete Pflanzenreste enthält, unter welchen ich eine Äthiopteris erkannte. Bei Pilar unweit St. Rock (1 Stunde links von der über den Velebit nach Dalmatien führenden Strasse) kömmt, dem vorigen Kalke ähnlich ein zweiter vor, der Reste von durcheinander geworfenen,

zerbrochenen Enkrinitenstielen führt; einzelne Stiele erreichen mitunter die Länge eines halben Schuh's; Thonschiefer begleitet die Kalke, Cölestin, Calcit und Bleiglanz kommen vor; das Ganze wird vom Sandstein bedeckt, der hier quarzreich, kleinkörnig und so fest ist, dass er zu Mühlsteinen durch die anwohnenden Grenzer verwendet wird. Die Velebiter Kalksteine sind häufig in Dolomit umgewandelt, der ganze Striche für sich einnimmt, und da er dem Bunten-Sandstein aufgelagert ist und mit ihm eine gleichartige Lagerung besitzt, den Muschelkalk der hier fehlt, zu ersetzen scheint.

Das Thal Krbava liegt dem Likaner Thale parallel vom Compagnie-Orte Bunić nördlich bis Udbina südlich, wo es endet und kesselartig eingeschlossen ist. Die Bergkette Ljubovo, Vrebačka staza und Ploča, bestehend aus den Velebiter Kalken trennt beide Thäler. Der Berg Udbina mit dem Compagnie-Orte gleichen Namens und den Ruinen des uralten Krbaver Bischofsitzes gehört dem bunten Sandsteine an; der Sandstein ist hier sehr glimmerreich und führt *Myacites, Fassaensis* und *Nucula* in grosser Anzahl; die rothen weniger glimmerhaltigen Varietäten enthalten sehr viele Pflanzenreste, die aber so unvollkommen sind, dass ich an den vorhandenen Exemplaren keinen Versuch zu einer näheren Bestimmung vornehmen konnte. Westlicherseits lagert der lichte Kreidekalk auf den Velebiter Kalken und unten tiefer im Thale erheben sich kleinere Hügeln, die aus Kreidemergeln bestehen; insbesondere befindet sich eine derartige Ablagerung nächst Bunić in Laudongaj (Laudonshain); das Thal Krbava ist mit Sand, Schotter und Gerölle, bestehend aus Kalk und buntem Sandstein, bedeckt; an jenen Stellen wo die rothe Erde des bunten Sandsteines vorwaltet, zeigt sich der Boden dem Ackerbau eben nicht ungünstig; die kalkigen Wände der Thalränder sind kahl, beinahe baumlos; der Anblick ist wüst, die Dürre im Sommer gewöhnlich gross, im Herbst und Frühjahre das Wüthen der Stürme heftig und im Allgemeinen ein Mangel an Wasser; aus dem geht hervor, dass es dem Thale nicht an urbarem Grunde fehlt, sondern dass die übrigen physicalischen und klimatischen Verhältnisse hauptsächlich das Leben daselbst erschweren.

Das grösste Interesse bietet unstreitig das Vorkommen der Steinkohle; ich war bei der ersten Besichtigung dieser Gegend der Meinung, die Steinkohle gehöre der Trias an und zwar um so mehr, weil aus der Trias von Sava in Krain eine Kohle durch Herrn Doctor Karl Peters an Herrn Karl Ritter v. Hauer zur Untersuchung ein-

gesendet wurde (Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt 1855, pag. 852). Aus denselben Formations-Verhältnissen schloss ich auf die Identität der Likaner Kohle. Bei einer zweiten genaueren Untersuchung aber glaube ich von der Meinung abkommen zu müssen und die Likaner Kohle als eine der Steinkohlen-Formation angehörige zu erklären, aus folgenden Gründen: Die Sandsteine die am Fusse des Velebits abgelagert sind und die ich anfänglich alle zum bunten Sandstein zählte, müssen getrennt werden; insbesondere sind die quarzigen Sandsteine, die den dunkelgrauen festen, feinkörnigen und schwarzen Schiefer mit der Kohle führen viel älter, weil sie von dem Velebiter Kalke überlagert werden und sie bedecken die Pflanzen enthaltenden schwarzen Kalke bei Brušane, wo sie sich dann an der Alpe Visočica bis zur Höhe nahe an 3000′ erheben. Die schwarzen Kalke von Brušane sind vermöge der darin enthaltenen Pflanzenreste für Kohlenkalk zu erklären, was auch die damit verbundenen schwarzen Schiefer bei Počitelj, wo ich die für die Kohlenbildung bezeichnende Äthiopteris vorfand, bestätigen. Der bunte Sandstein liegt wohl bei Ternovac auf den älteren Kohlen-Sandsteinen strichweise auf, aber auch dieser wird sowohl bei Ternovac selbst in der Gegend von Jadovno als auch bei Udbina von den besagten Velebiter Kalken bedeckt; bei Pilar endlich tritt der Kohlen-Sandstein mit dunklen enkrinitenreichen Kalken und Schiefern von schwarzer Farbe allein ohne bunten Sandsteinen auf, während in der Gegend von Udbina, wo der bunte Sandstein in grösserer Ausdehnung ansteht, blos lichtere Mergelschiefer in seiner Begleitung vorkommen und die schwarzen Schiefer gänzlich fehlen. Diese Ansicht, dass in der Lika die Kohlenformation, nebst Bildungen, die zur Trias und Kreide gehören, entwickelt sind, gewinnt um so mehr Gewissheit, weil durch Herrn Fr. Foetterle dieselben Verhältnisse bei Fučine, Mrzlavodica und Ravnagora angetroffen worden sind (Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt VI, S. 714). Bei einer mehr detaillirten Untersuchung würde man sich wahrscheinlich überzeugen, dass in den vielverzweigten Gebirgszügen hierorts auch die der Lias angehörigen Kalke vorkommen, weil dieselben weiter hinauf gegen Otočac und die grosse Kapela an mehreren Localitäten grössere Partien bilden; um jedoch genauer sich darüber aussprechen zu können, ist eine länger andauernde Durchforschung um so mehr nothwendig, weil die Kalksteine hier in der Regel petrefactenleer sind.

Die Physiognomie der Likaner Gegend stellt uns ein von den gewöhnlichen Gebirgsgegenden verschiedenes Bild vor die Augen. Ein Labyrinth von domartigen, zuckerhutförmigen, thurmspitzigen, zerworfenen, unzusammenhängenden und kahlen Felsgebilden empfängt den Wanderer, der sich in ein ausgestorbenes, menschenleeres Steinmeer versetzt glaubt; die hohen Scheitel der Berge ragen gewöhnlich kahl und nackt aus der unteren dunklen waldigen Einhüllung hervor und man glaubt Schneeberge vor sich zu sehen, nur einzelne grüne Stellen wie Oasen — erquicken das Auge. Nicht menschenleer ist die Gegend, wohl aber arm zu nennen, die Sandschichten um das hin und wieder eingemengte Kalkgerölle, das die Hochebenen bedeckt, haben ein sehr spärliches, lehmiges, stellenweise mergeliges Bindemittel, welches dem Gedeihen der Cerealien eben nicht sehr förderlich ist, wozu die Rauheit des Klima höchst ungünstig einwirkt; der Wechsel der Temperatur ist auffallend und plötzlich, so zwar, dass man an den schönsten und wärmsten Sommertagen des Morgens und Abends oder selbst des Tages nach einem Gewitterregen Winterkleider zur Hand nehmen muss. Ganz besonders scharf sind die Luftströmungen in den Gebirgshöhen; auf den höchsten Spitzen des Velebit, z. B. auf der Visočica (5000 und Sveto brdo-Monte santo 6552′ Meereshöhe) bleibt die Luft in den heissesten Sommertagen kühl; die Temperatur-Verhältnisse für das Lika-Thal sind beiläufig folgende:

Breitegrad 44 und 45, Längegrad 33 und 34.

October	$+ 9 \cdot {}^{185}/_{279}$
November	$+ 3 \cdot {}^{977}/_{1080}$
December	$- 2 \cdot {}^{181}/_{1116}$
Jänner	$0 \cdot {}^{28}/_{31}$
Februar	$- 2 \cdot {}^{11}/_{336}$
März	$0 \cdot {}^{367}/_{2232}$
April	$+ 5 \cdot {}^{227}/_{360}$
Mai	$+ 10 \cdot {}^{188}/_{377}$
Juni	$+ 12 \cdot {}^{109}/_{180}$
Juli	$+ 14 \cdot {}^{89}/_{279}$
August	$+ 12 \cdot {}^{79}/_{93}$
September	$+ 9 \cdot {}^{23}/_{30}$

Durchschnittliche Jahrestemperatur $6\,{}^{7}/_{24}$ R.

In den meisten Gegenden wo Kalkgebilde vorherrschen, liegen hunderte von kesselartigen Vertiefungen nebeneinander, die das Land öde und undurchdringlich machen, Spalten und Höhlen finden sich häufig; ganze Strecken sind unterminirt, was sich an den Strassen während des Fahrens durch einen dumpfen Wiederhall zu erkennen gibt. Eine besondere Eigenthümlichkeit besteht hier noch im Verlaufe der Bäche; kein Bach nimmt so zu sagen ein natürliches Ende und läuft dem Meere oder einem Flusse zu; durch tiefe Felsenbeete sich fortwälzend, über Wände fallend, stürzt jeder in einen Ponor (Abgrund), der ihn verschlingt. Nachdem die Wässer so verschwunden sind, kommen sie gewöhnlich an weiten Stellen wieder als ganze Bäche zu Tage; dieser eigenthümliche Verlauf ist den vielen Zerklüftungen der Kalksteine, der hohen Lage der Thäler und den abwechselnd auftretenden Sandstein-Bildungen zuzuschreiben; gewöhnlich sind die kalkigen Gegenden wasserarm, während die sandigen und thonigen reicher an Quellen sind.

Dass die ganze Lika erst nach der Ablagerung des Kreide-Gebildes eine Veränderung erlitten habe, beweiset die gehobene Lage sämmtlicher Gesteinsschichten; die nächste Ursache hiezu dürfte meiner Ansicht nach in dem zwischen Žutalokva und Zeng anstehenden Grünstein und Porphyr zu suchen sein. Der Grünstein ist bei dem Berge Vratnik in grösseren Massen entwickelt; er ist grünlichgrau und dicht, weniger krystallinisch, er nähert sich dem Aphanit; in seiner Begleitung kommen röthlichte, schmutzig violete, dichte, porphyrartige Feldsteine vor; da dieser Punkt ein besonders bemerkenswerther ist, bis jetzt aber von mir nicht genauer untersucht werden konnte, so rechne ich mir es zur Pflicht, darüber weitere Erhebungen zu machen und die gemachten Erfahrungen seiner Zeit mitzutheilen.

Zur leichteren Veranschaulichung liegt eine geognostische Skizze des Likaner und Krbaver Thales bei.

II. Die Likaner Flora

mit Angabe der geognostischen Unterlage.

Die Zahl der freiwachsenden Pflanzen in der Lika ist sehr beträchtlich zu nennen; man wird nicht so leicht eine zweite Gegend finden, wo in Anbetracht desselben Flächeninhaltes ein solcher Reichthum vorkommen würde. Der Charakter der Flora ist südlich zu nennen; er gleicht durchschnittlich jener von Dalmatien einerseits, während ein Theil der Pflanzen zu den im Küstenlande und Istrien einheimischen gehört, ein dritter Theil aber ein ausschliessliches Eigenthum der Lika ausmacht; dieser letzte Theil, wenn auch nicht zahlreich, hat für den Botaniker beinahe das grösste Interesse.

Ich kann keinen Anspruch machen, die Likaner Flora genauer kennen gelernt zu haben: dazu war die Zeit zu eng bemessen; das Verzeichniss der von mir daselbst gesammelten Pflanzen dürfte jedoch zur Erweiterung der botanischen Kenntnisse etwas beitragen, um so mehr, weil die croatischen Alpen seit Waldstein und Kitaibel von keinem Naturforscher bereist waren, folglich noch immer zu den am wenigsten bekannten in der Monarchie gehören.

Das Pflanzen-Verzeichniss ist nach Reichenbach's *Flora germanica excursoria* geordnet. Ich füge den Standorten die Angaben der geognostischen Unterlage bei, damit sie als ein weiteres Material zu dem Studium: „Über den Einfluss des Bodens auf die Vertheilung der Pflanzen," dienen sollen.

Potamogetoneae.

Potamogeton lucens L.
„ *rufescens* Schrad.
„ *natans* L.
} Gačka-Bach bei Otočac.

Aroideae.

Arum maculatum L. An Hecken und in Gebüschen. Sand. Lehm.

Alismaceae.

5 *Alisma Plantago* L. In Gräben.

Hydrocharideae.

Nuphar luteum Sm. Lika-Bach.

Gramineae.

Psilurus nardoides Trin. Bei Karlopago. Kreidekalk.
Lolium temulentum L. } im Getreide.
„ *rigidum* Koch. }
Cynosurus echinatus L. Grasige Anhöhen und im Getreide, stellenweise. Lehmig. Sand und Gerölle. 10
Elymus europaeus L. Auf Felsen am Strassenrande zwischen Leskovac und Korenica. Hippuritenkalk.
Hordeum geniculatum All. An Mauern, an Felsen am Meeresstrande bei Karlopago. Kreidekalk.
Alopecurus creticus Trin. Auf grasigen Hochebenen bei Oštarie. Auf buntem Sandstein und Kalkgerölle.
Alopecurus bulbosus Host. Hochebene bei Vrebačka staza. Alpenkalk.
Phleum tenue Schrad. Hochebene bei Vrebačka staza, Alpenkalk. 15
Sesleria interrupta Vis. Am Velebit bei Halan. Alpenkalk.
„ *tenuifolia* Schrad. } auf Felsen auf der Plišivica, Velebit und Visočica;
„ *juncifolia* Host. } Alpenkalk, Hippuritenkalk.
Triodia decumbens L. An Grasstellen im Hochgebirge. Alpenkalk und Dolomit.
Lophochloa phleoides Vill. Zwischen Felsen um Karlopago. Kreidekalk. 20
Koehleria glauca Dc. Auf Felsen und Grasplätzen bei Vrebačka staza; Alpenkalk.

Cyperoideae.

Pycreus pannonicus. }
„ *flavescens* P. B. } In Gräben, an feuchten Stellen und auf Wiesen. Sandiger Lehm.
„ *Monti* P. B. }

Juncaceae.

Veratrum album L. } Auf Grasplätzen in Wäldern und auf Heiden. Kalk 25
„ *Lobelianum* Bernh. } und Sandboden.

Sarmentaceae.

Streptopus amplexifolius Pers. Auf der Plešivica; Hippuritenkalk.
Ruscus hypoglossum L. In Wäldern auf Kalkboden.

Coronariae.

Lilium Carniolicum L. Im Gebüsch, an Waldrändern; Alpenkalk.
Tulipa sylvestris L. Am Velebit bei Halan. Alpenkalk. 30
Scilla pratensis W. K. Auf Wiesen bei Korenica. Humoser Thonboden.
Codonoprasum flexum W. K. Auf der Visočica. Alpenkalk.
Asphodellus albus L. Auf grasigen Anhöhen bei Ljubovo, Vrebačka staza. Alpenkalk.
Anthericum ramosum L. } Zwischen Felsen im Grase. Hipp.- und Alpenkalk.
„ *Liliago* L. } 35
Asparagus tenuifolius Lam. Auf Grasplätzen im Gebirge. Alpenkalk.
Gymnadenia odoratissima Rich. Auf Bergwiesen bei den Plitvizer Seen. Kalktuff.

Orchis fusca Jacq. }
„ *sambucina* L. } Auf Grasplätzen bei den Plitvizer Seen; Hipp. Kalk.
40 „ *incarnata* L. } theilweise Kalktuff.

Cypripedium Calceolus L. Im Walde am Mrzin bei Korenica. Dolomit.

Santalaceae.

Thesium pratense Ehrh. Im Grase im Wald Jasikovac bei Gospić. Lehmiger Sand.

Strobilaceae.

Pinus sylvestris L. }
„ *Abies* L. } Auf den Gipfeln des Velebits und Plišivica, theilweise in Ge-
45 „ *Pumilio* W. K. } birgswäldern; Kreide und Alpenkalke.

Juniperus nana W. Auf den Gipfeln des Hochgebirges über der Hochwaldregion Hippuriten- und Alpenkalk.

Tymeleaceae.

Daphne alpina L. An steilen Abhängen bei Milanovo jezero und an der Strasse gegen Karlopago. Hipp. und Kreidekalk.

Amentaceae.

Populus tremula L. }
„ *nigra* L. } Auf lehmigem Sandboden und Gerölle des bunten Sand-
Betula alba L. } steines; an Hügeln und ebenen öden Stellen.
50 „ *pendula* Ehrh. }

Alnus viridis Dc. }
„ *glutinosa* Gärt. } In Schluchten und nassen Plätzen; auf buntem Sandstein.

Ostrya Carpinifolia Scop. }
55 *Carpinus Betulus* L. }
Coryllus Avellana L. } In Gebirgswäldern; Hippuriten- und Alpenkalk.
Fagus sylvatica L. }
Quercus Cerris L. }

Aristolochieae.

Aristolochia pallida W. K. Im Thale bei Gospić zwischen Kalkfelsen; auf lehmigem Sandboden.

Caprifoliaceae.

Scabiosa pubescens Kit. Auf Grasplätzen bei Ljubovo, Vrebačka staza und St. Roch.
60 Alpenkalk und Mergelsand.

Asterocephalus agrestis W. K. Auf Grasplätzen zwischen Felsen. Alpenkalk, Lehm und Sandgerölle.

Succisa leucantha L. An der Strasse gegen Karlopago; Kreide- und Alpenkalk.

Sambucus racemosa L. In Gebirgswäldern am Velebit. Alpenkalk.

Lonicera alpigena L. In Gebirgswäldern am Velebit. Alpenkalk und Dolomit.

Rubiaceae.

Asperula longiflora W. K. Auf Felsen im Gebirge. Alpenkalk. 65

Galium rubrum L. An Strassenrändern gegen Karlopago und Halau am Velebit. Alpen- und Kreidekalk.

Compositae.

Centaurea alba L. Im Krbava-Thale bei Bunić und Ljubovo. Kreide- und Alpenkalk.

„ *splendens* L. Grasplätze bei Vrebačka staza. Alpenkalk.

„ *mollis* W. K. In Gebirgswäldern am Velebit. Alpenkalk und Dolomit.

„ *stricta* W. K. 70
„ *carniolica* Host.
„ *variegata* Lam.
} Auf Grasplätzen bei Ljubovo, Plišivica und am Velebit bei Halan. Hipp. und Alpenkalk.

„ *spinulosa* Rochl. In den Niederungen an Strassenrändern zwischen Felsen und im Getreide. Kalkfelsen und Ackererde.

Centaurea collina L.
„ *sordida* W.
} Zwischen Gebüschen an Felsen am Strassenrande bei Podprag. Kreidekalk. 75

„ *rupestris* L. Auf Hochebenen bei Vrebačka staza und Janče. Alpenkalk.

Artemesia abrotanum L.
„ *austriaca* L.
} Am Strassenrande gegen Karlopago Kreidekalk.

Helichrysum Stoechas Mnch. An Felsen bei Karlopago. Kreidekalk.

Achillea Clavenae L. Im Hochgebirge; auf Plišivica und Velebit. Hipp. und Alpenk. 80

Pyrethrum cinerariaefolium Ten. Auf Felsen zwischen Gebüsch bei Podprag. Kreidekalk.

Pyrethrum uniglandulosum Vis. Am Velebit an der Strasse nach Halan. Alpenkalk.

Bellidiastrum Michelii H. Cass. Auf Felsen im Hochgebirge. Hipp. und Alpenkalk.

Doronicum Mathioli Tsch. In Wäldern; auf Kalkfelsen.

Inula candida L. An Felsen bei Karlopago. Kreidekalk. 85

„ *campestris* Bess. Auf Grasplätzen am Fusse niederer Berge. Alpen- und Kreidekalk.

Inula squarrosa L. Auf Felsen im Gebüsch bei Ljubovo und Podprag. Alpenkalk.

„ *Bubonium* Murr. Auf der Hochebene bei Oštaria. Alpenkalk.

„ *ensifolia* L. Auf Kalkfelsen im Gebüsch bei Podprag. Kreide- und Alpenkalk.

Erigeron alpinus L. Am Gipfel der Visočica (5400′). Alpenkalk. 90

Cineraria crassifolia Kit. Plišivica. Hippuritenkalk.

Senecio rupestris W. K. An Felsen am Velebit. Alpenkalk.

„ *croaticus* W. K. In Wäldern am Velebit. Alpenkalk.

Thrincia hirta Rth. Bei Karlopago. Auf Kreidekalk.

Leontodon Villarsii Lois. Auf Felsen bei Karlopago. Kreidekalk. 95

Barkhausia hispida W. K. An Hecken und Strassenrändern, im Getreide. Lehmiger Sandboden.

Crepis hispidissima Bartl. An Strassenrändern gegen Karlopago und Halan gegen Podprag. Kreidekalk.

Crepis rigida W. K. Auf Grasplätzen am Fusse der Vrebačka staza. Alpenkalk.

Hieracium croaticum W. K. Auf der Plišivica und bei Leskovac. Hipp.- und Kreidekalk.

„ „ „ Auf Grasplätzen im Mittelgebirge. Alpen- und Kreidekalk. 100

Hieracium piloselloides Vill. Auf steinigen Weide- und Wiesenplätzen bei Korenica. Lehmiger Sand und Kalkgerölle.

Hieracium glaucum All. Im Hochgebirge. Auf Alpenkalk und Dolomit.
„ *flexuosum* W. K. Auf Felsen im Hochgebirge. Hipp.- Alpenkalk und Dolomit.
„ *pallescens* W. K. Auf Felsen am Velebit und auf der Plišivica. Alpen- und Hipp.-Kalk.

105 *Hieracium villosum* W. K. (*Lawsonii* Vill.) An Felsenwänden am Velebit und bei Ternovac. Alpenkalk und Dolomit.

Hieracium murorum L. Auf Felsen. Kalkfelsen.
„ *racemosum* W. K. In niederen Wäldern, auf Hügeln und an Strassenrändern in Hecken. Bunten Sandstein.

Hypochaeris maculata L. Auf Hochwiesen. Lehmiger Sandboden und Kalk.

Mycelis muralis L. Kalkfelsen.

110 *Lactuca sagittata* W. K. An Hecken und Zäunen. Ackererde.
„ *perennis* L. Auf Kalkfelsen bei Ljubovo und Vrebačka staza. Alpenkalk.

Scorzonera villosa Scop. Auf Hochwiesen. Alpenkalk.

Urospermum Dalechampii Desf. Felsen bei Karlopago. Kreidekalk.

Tragopogon floccosus Kit. Am Velebit bei Halan. Alpenkalk.

115 *Carduus candicans* W. K. Auf bebauten und öden Äckern. Lehm. und kalk. Sandboden.

Carduus alpestris W. K. Auf Grasplätzen im Hochgebirge. Alpenkalk.
„ *arctioides* W. In Hecken und auf Wiesen bei den Plitviza-Seen. Hippuritenkalk und Kalktuff.

Cirsium canum M. B. Auf Grasplätzen zwischen Gebüsch bei Vrebačka staza. Alpenkalk.
„ *eriophorum* Scop. In Gebirgswäldern. Alpenkalk.

120 *Carlina simplex* W. K. Auf unbebautem Boden, an Strassenrändern. Sandboden und Gerölle.

Echinops Ritro L. Auf Kalkfelsen.

Cucurbitaceae.

Ecbalium agreste Rchb. Bei Karlopago auf Schutt, an Mauern, Kreidekalk.

Campanulaceae.

Phytheuma spicatum L. In Gebirgswäldern. Kalkboden.

Campanula rotundifolia L. Auf Felsen im Hochgebirge. Hipp.- und Alpenkalk.

125 „ *muralis* Partsch. } An Felsenwänden gegen Karlopago. Kreidekalk.
„ *garganica* Ten. }
„ *graminifolia* W. K. Auf der Hochebene von Oštarie bei Stara vrata. Alpenkalk.

Campanula tenuifolia W. K. Auf Grasplätzen im Hochgebirge. Hipp.- und Alpenkalk.
„ *pyramidalis* L. Auf Felsen bei Karlopago und um Gospić. Hipp.- und Alpenkalk.

Labiatae.

130 *Satureja hortensis* L. Auf Felsen an der Strasse nach Karlopago. Kreidekalk.

Micromeria montana L. } Auf Felsen im Gebirge am Velebit und Janče.
„ *pygmea* Rchb. } Alpenkalk.

Thymus acicularis W. K. Im Hochgebirge, auf der Visočica und am Merzin. Alpenkalk und Dolomit.

Thymus pannonicus All. Auf Bergen und Hügeln, unbebauten Feldern allgemein. Kalkfelsen und Sandboden.

Teucrium montanum Var. *supinum* Jacq. Auf Felsen. Kreide- und Alpenkalk. 135

Scorodonia Arduini Rchb. Auf Felsen an Strassenrändern bei Karlopago und Podprag. Kreide und Alpenkalk.

Nepeta violacea Ait. Auf steinigen Wiesen bei Korenica. Hippuritenkalk.

Stachys subcrenata Vis. Auf Felsen an Strassenrändern gegen Karlopago und Podprag. Kreide- und Alpenkalk.

Stachys obliqua W. K. Auf steinigen Wiesen und Grasplätzen bei Korenica, Bunić, Ljubovo, Vrebačka staza. Hipp. und Alpenkalk.

Hyssopus officinalis L. Grasplätze bei Janče. Alpenkalk. 140

Betonica hirsuta L. An Weide- und Grasplätzen, allgemein. Kalk und Sandboden.

Marrubium candidissimum Dill. An Felsen und in Steingerölle, allgemein. Kalk.

„ *hirsutum* W. An Felsenwänden, im Gerölle an der Strasse nach Karlopago. Kreidekalk.

Acinos alpinus Mnch. Auf der Plišivica und bei den Plitvica-Seen. Hipp.-Kalk.

Calamintha piperella. Auf Felsen der Plišivica und des Velebit bei Halan. Hipp.- und Alpenkalk. 145

Calamintha alba W. K. An Felsen am Velebit und an der Strasse nach Karlopago. Kreide- und Alpenkalk.

Calamintha subunda W. K. Am Berge Urlaj, Velebit; Alpenkalk.

Calamintha grandiflora Mnch. In Wäldern. Auf Kalk und Dolomit.

Scutellaria peregrina L. An Strassenrändern am Velebit bei Halan.

Salvia officinalis L. Auf Felsen bei Karlopago und Podprag. Kreidekalk. 150

Asperifolieae.

Onosma stellulatum W. K. Auf Felsen bei Karlopago und Podprag. Kreidekalk.

Myosotis lithospermifolia Hrn. }
„ *alpestris* Sturm. } Am Gipfel der Plišivica. Hippuritenkalk.

Cynoglossum cheirifolium L. An der Strasse gegen Halan. Alpenkalk.

Convolvulaceae.

Convolvulus sylvaticus W. K. An Hecken und Zäunen. Kalk- und Sandboden. 155

Polygalaceae.

Polygala alpestris Rchb. Im Hochgebirge. Alpen- und Hippuritenkalk.

Personatae.

Melampyrum cristatum L. Auf Feldern und im Gebüsche. Lehmiger Sandboden.

Pedicularis rosea Jacq. Am Gipfel der Plešivica. Hippuritenkalk.

Globularia cordifolia L. Auf Felsen im Hochgebirge. Alpen- und Hippuritenkalk.

Veronica montana L. In Wäldern des Gebirges. Kalkboden. 160

„ *urticaefolia* Jacq. An Bergabhängen bei den sieben Plitvica-Seen. Kalktuff.

„ *media* Schrad. Wiesen bei den Wasserfällen in Švica nächst Otočac. Kalktuff.

Linaria cymbalaria L. Auf Felsen bei Divoselo. Alpenkalk.

Scrophularia glandulosa W. K. An Garten-Mauern und Zäunen. Lehm. Sandboden.

„ *peregrina* L. Auf unbebauten Federn und an Strassenrändern stellenweise. Sand und Kalkgerölle. 165

Scrophularia canina L. An Felsenwänden bei Karlopago. Kreidekalk.

„ *laciniata* W. K. An den Strassenrändern gegen Karlopago und auf Felsen der Plešivica. Kreide- und Hippuritenkalk.

Digitalis ferruginea L. In Gebüschen auf Felsen bei Janče. Alpenkalk.

„ *fuscescens* W. K. Mit der vorhergehenden.

170 „ *laevigata* W. K. Am Wegrande auf Felsen von Brušane bis Oštarie und von Stara vrata abwärts gegen Karlopago. Alpen- und Kreidekalk.

Digitalis grandiflora L. Im Walde Jasikovac bei Gospić. Sandboden auf Kalkunterlage

Verbascum rubiginosum W. K. Auf Felsen am Velebit bei Halan. Alpenkalk.

„ *pulverulentum* Vill. An Wegrändern, an Felsen, Mauern u. s. w., allgemein. Alpen- und Hipp.-Kalk.

Plantagineae.

Plantago carinata Schrad. L. Auf hochgelegenen Grasplätzen. Alpen- und Hippuritenkalk.

Lysimachieae.

175 *Androsace villosa* L. Am Gipfel der Visočica. Alpenkalk.

Primula columnae Ten. Am Gipfel der Plišivica. Hippuritenkalk.

„ *Kitaibelii* Schott. Auf Felsen am Velebit. Alpenkalk und Dolomit.

Ericaceae.

Erica carnea Scop. Auf Felsen in Gebüschen. Kalk- und Sandboden.

Pyrola chlorantha Sw. In Wäldern des Hochgebirges. Auf Alpenkalk.

180 *Rhododendron ferrugineum* L. Im Hochgebirge auf Kalkfelsen.

Contortae.

Gentiana acaulis L. Auf Hügeln, Grasplätzen bei Bilopolje. Kreidekalk.

„ *augulosa* M. B. Mit der vorhergehenden.

Umbelliferae.

Smyrnium perfoliatum L. In Wäldern, an Hecken, Zäunen u. s. w. allgemein. Kalk- und Sandboden.

Cherophyllum temulum L.
185 „ *coloratum* L.
„ *hirsutum* L.
„ *cicutaria* Vill.
„ *maculatum* L.
} Im Hochgebirge, theilweise in niederen Gebirgen, an Felsen und Gebüschen. Auf Alpen- und Hippuritenkalk.

Myrrhis odorata Spr. Am Gipfel der Plišivica östlicherseits zwischen *Pinus pumilio*. Hippuritenkalk.

190 *Torillis heterophylla* Gus.
„ *Anthriscus* Gmel.
} In Hecken und Gebüschen. Kalk- und Sandboden.

Laserpitium verticillatum W. K. In Gebüschen, auf Grasplätzen, auf Hochwiesen bei Vrebačka staza, Ljubovo u. s. w. Alpenkalk.

Laserpitium Archangelica Jacq. An Hecken bei Leskovac. Hippuritenkalk.

„ *marginatum* W. K. In Gebirgswäldern. Alpenkalk.

Pastinaca opaca Bernh. An Hecken, Zäunen, Strassengräben, stellenweise Lehm- und Sandboden. 195

Opopanax Chironium Koch. Auf Hochwiesen, im Gebüsch, auf Grasplätzen bei Ljubovo, Vrebačka staza. Alpenkalk.

Peucedanum Petteri Vis. Auf Wiesen und Waldblössen in Jasikovac bei Gospić. Sand und Gerölle.

Ferula sylvatica Bess.
„ *sulcata* Desf. } Auf Grasstellen bei Ljubovo, Vrebačka staza. Alpenkalk.

Atamantha ramosissima Portsch. An Strassenrändern bei Halan. Alpenkalk. 200

Trinia pumila Jacq.
„ *glauca* L. } Am Gipfel der Plišivica. Hippuritenkalk.

Bunium montanum Koch. Auf Äckern bei Korenica und Oštarie. Humoser Mergel.

Bupleurum aristatum Bartl. Auf Grasplätzen bei Janče. Alpenkalk.

„ *Odontites* L. Auf Felsen an der Strasse nach Karlopago. Kreidekalk. 205

Astrantia carniolica Wulf. In Wäldern der Hochgebirge. Alpenkalk und Hipp.-Kalk.

Eryngium amethystinum L. Auf Triften, unbebauten Feldern. Kalk- und Sandboden.

Rhamncae.

Paliurus aculeatus L. Zwischen Felsen bei Karlopago. Kreidekalk.

Rhamnus infectorius L.
„ *catharticus* L.
„ *alpinus* L.
„ *Wulfenii* Spr. } In Gebirgswäldern, an Felsen. Alpen- und Hippk. 210

Terebinthaceae.

Rhus Cotinus L. Auf Felsen bei Karlopago und Plitvica-Seen. Kreide- u. Hipp.-Kalk.

Papilionaceae.

Trifolium scabrum L. Weideplätze und öde Felder bei Gospić. Sand- und Lehmboden.

„ *ochroleucum* L. In Gebirgswäldern, stellenweise. Alpenkalk. 215

„ *purpureum* L. Auf unbebauten Plätzen bei St. Roch. Sandboden.

„ *procumbens* L. Auf Sand und Quarzgerölle bei Gospić.

Dorycnium sabaudum Rchb. Zwischen Felsen häufig an der Strasse nach Podprag. Kreidekalk.

Bonjeanea hirsuta L. Zwischen Felsen an der Strasse nach Karlopago. Kreidekalk.

Oxytropis campestris Dc. Am Gipfel der Visočica. Alpenkalk. 220

Anthyllis montana L. An Felsen auf der Plišivica. Hippuritenkalk.

„ „ Var. *atropurpurea; statura gracili.* An Felsen der Stara vrata bei Oštarie. Alpenkalk.

Genista sericea Wulf. An Felsen der Hochgebirge. Hipp.- und Alpenkalk.

„ *sylvestris* Scop. Auf Grasplätzen und Waldwiesen bei Ljubovo und Vrebačka staza. Alpenkalk.

Genista holopetala Rchb. Auf Felsen bei Podprag. Kreidekalk. 225

Cytisus falcatus W. K. An felsigen Abhängen. Hipp.- und Alpenkalk.

„ *angustifolius* Mnch. In Wäldern am Velebit gegen Halan. Alpenkalk und Dolomit.

Cytisus Alschinger Vis. mit den obigen am Velebit.

Vicia polyphylla Desf. Auf Äckern im Getreide im Krbava-Thale und bei Gospić u. s. w. Sandiger Lehmboden.

230 *Orobus venetus* Clus.
„ *laevigatus* Ki.
„ *Clusii* Spr.
„ *alpestris* W. K.
} Auf Triften und grasigen Abhängen der Plišivica. Hippuritenkalk.

Arthrolobium scorpioides Desv. Am Fusse des Velebits bei St. Roch. Gerölle und Sand des bunten Sandsteines.

235 *Coronilla vaginalis* Lam. Plišivica und Mrzin. Hippuritenkalk und Dolomit.

„ *montana* Riv. An Felsen im Walde zwischen Brušane und Oštarie. Alpenk.

Onobrychis sativa L. Auf Hochebenen im Grase bei Ljubovo. Alpenkalk.

Corniculatae.

Sedum hispanicum L.
„ *glaucum* W. K.
} An felsigen Strassenrändern bei Podprag und Karlopago. Kreidekalk.

240 „ *album* L. In Felsengerölle bei den Plitvica-Seen. Hippuritenkalk.

„ *rupestre* Dill. Auf der Plišivica. Hippuritenkalk.

Saxifraga lasiophylla Schott. In Wäldern, auf Felsen, am Velebit. Alpenkalk.

Ribesiaceae.

Ribes alpinum L. Zwischen Felsen im Gebüsch bei Gospić. Alpenkalk.

„ *spicatum* Robs. In Schluchten unter dem alten Schlosse Mrzin bei Korenica. Dolomit.

Portulaccaceae.

245 *Herniaria glabra* L. Auf Gras- und Weideplätzen. Kreide- und Alpenkalk.

Scleranthus perennis L. Auf Äckern im Getreide bei Gospić. Lehmiger Sandboden.

Polycarpon tetraphyllum L. f. Zwischen Felsen bei Karlopago. Kreidekalk.

Rumex alpinus L.
Polygonum viviparum L.
} Plišivica auf Hippuritenkalk.

Aizoideae.

250 *Camphorosma monspelliaca* L. An der Kirchenmauer in Karlopago. Kreidekalk

Salsola Kali L. Auf Felsen am Meeresstrande bei Karlopago. Kreidekalk.

Rosaceae.

Dryas octopetala L. An den höchsten Felsenspitzen der Plišivica. Hippuritenkalk.

Alchimilla alpina L. An Felsenwänden östlicherseits auf der Plišivica. Hipp.-Kalk.

Rosa alpina L. Im Hochgebirge. Alpen- und Hippuritenkalk.

255 „ *rubrifolia* Vill. An der Strasse bei Halan. Alpenkalk.

„ *repens* Scop. An der Strasse gegen Karlopago. Alpenkalk.

Spira chamaedrifolia L. *Var. foliis pilosis.* An Felsenwänden neben der Strasse nach Podprag. Kreidekalk.

Tetradynamae.

Biscutella alpestris W. K. Auf Triften auf der Plišivica und Mrzin. Hippuritenkalk und Dolomit.

Draba ciliata Scop. An Felsen im Hochgebirge. Alpen- und Kreidekalk.

Kernera saxatilis Rchb. } An Felsen auf der Plišivica. Hippuritenkalk. 260
Alyssum montanum L.

„ *medium* Koch. Auf Felsen an der Strasse gegen Karlopago. Kreidekalk.

Pteuroneurum carnosum Dc. Auf Felsen bei Karlopago. Kreidekalk.

Dentaria trifolia Wk. } In Wäldern auf der Plišivica. Hippuritenkalk 265
„ *enneaphylla* L.
„ *bulbifera* L.
„ *polyphylla* W. K.

Arabis alpina L. } An Felsen auf der Plišivica. Hippuritenkalk.
„ *auriculata* Lam.

Nasturtium lippicense Dc. An Strassenrändern und Gräben, sehr häufig. Alpen- und Kreidekalk. 270

Hesperis laciniata Wk. } An der Strasse gegen Halan. Alpenkalk und Dolomit.
„ *runcinata* Wk.

Erysimum crepidifolium Rchb. Zwischen Felsen, auf unbebauten Feldern, allgemein. Alpenkalk, Hippuritenkalk und lehmigen Sandboden.

Ranunculaceae.

Ranunculus aconitifolius L. In Wäldern des Hochgebirges. Alpen- und Hipp.-Kalk. 275

„ *scutatus* W. K. } Am Gipfel der Plišivica. Hippuritenkalk.
„ *montanus* L.

Thalictrum atropurpureum Jacq. Auf Felsen im Hochgebirge. Alp.- und Hippuritenk.

Helleborus Bocconi Ten. Auf Grasplätzen, zwischen Felsen, in Gebüschen, u. s. w. allgemein. Alpen- und Kreidekalk.

Helleborus niger L. Stellenweise im Hochgebirge. Alpenkalk.

Aquilegia platysepala Rchb. In Gebirgswäldern bei Korenica und am Velebit. Alpen- und Hippuritenkalk. 280

Aquilegia viscosa W. K. Am Berge Badanj im Velebit-Gebirge. Alpenkalk.

Paeonia pubens Sm. } Im Gebüsch an Felsen bei Bunić und Vrebačka staza. Alpenkalk.
„ *corallina* Rtz.

Rutaceae.

Euphorbia viridiflora W. K. In Wäldern und Gebüschen bei Korenica und am Fusse des Velebit. Alpenkalk, Hippuritenkalk und Dolomit.

Euphorbia ambigua W. K. Zwischen *Pinus pumilio* östlicherseits auf der Plišivica. Hippuritenkalk. 285

Euphorbia Paralias L. } In Schluchten auf Felsen an der Strasse gegen Karlopago. Kreidekalk.
„ *Myrsinites* L.
„ *Wulfenii* Hopp.

Ruta divaricata Ten. An Felsen nächst der Strasse nach Podprag und Karlopago. Alpen- und Kreidekalk.

Sapindaceae.

Acer monspessulanum L. In Gebüschen und Hecken des Mittelgebirges. Alpen- und Kreidekalk. 290

Acer obtusatum Kit. In Gebirgswäldern. Alpenkalk.

Malvaceae.

Malva moschata L. An Hecken und in Gebüschen. Kalk- und Sandboden.

Althea hirsuta L. An Felsen bei Karlopago. Kreidekalk.

„ *pallida* W. K. An Felsen bei Karlopago. Kreidekalk.

Geraniaceae.

295 *Geranium lucidum* L. In Wäldern an Felsenstellen. Alpen- und Kreidekalk.

„ *macrorrhizon* L. Auf Felsen bei Halan. Alpenkalk.

Caryophyllaceae.

Möhringia pendula Fenzl. Auf Felsen des Hochgebirges, sehr häufig. Alpenkalk.

Sabulina caespitosa Ehrh. Auf Grasplätzen im Hochgebirge. Alpen- und Hippkalk.

Cerastium ciliatum W. K. Am Gipfel der Plišivica. Hippuritenkalk.

300 „ *grandiflorum* W. K. Auf Felsen bei Stara vrata nächst Oštarie. Alpenkalk.

Dianthus atrorubens All. Auf Feldern und Grasplätzen bei St. Roch. Sandboden und Kalkgerölle.

Dianthus diutinus Kit. An Felsen bei Podprag. Kreidekalk.

„ *serotinus* W. K. Auf Grasplätzen im Hochgebirge. Alpenkalk.

„ *petraeus* W. K. An Felsen bei den Plitvica-Seen. Hippkalk.

305 „ *nitidus* W. K. Am Gipfel der Visočica. Alpenkalk.

„ *virgineus* L. An Felsen im Gebüsch bei Podprag. Kreidekalk.

„ *longicaulis* Ten. An steilen Abhängen an der Strasse gegen Oštarie. Bunter Sandstein.

Drypis spinosa L. Auf Felsen bei Karlopago. Kreidekalk.

Silene pusilla W. K.
310 „ *saxifraga* W. K. } An Felsen der höheren Gebirge, Plišivica Visočica, Oštarie u. s. w. Alpen- und Hippuritenkalk.

„ *flavescens* W. K. Auf Grasplätzen im Hochgebirge am Velebit, stellenweise. Alpenkalk.

Silene Otites L. Zwischen Gebüsch, auf Grasplätzen bei Vrebačka staza. Alpenkalk.

Agrostema coronaria L. In Gebüschen, an Strassenhecken. Alpenkalk.

Theaceae.

Evonymus latifolius L. In Gebirgswäldern. Alpenkalk.

Hypericinae.

315 *Hypericum alpinum* L. Im Hochgebirge auf Alpen- und Hippuritenkalk.




1.



Mineralogische Notizen aus Böhmen.

Von dem w. M. **Prof. Dr. Aug. Reuss.**

(Mit 1 Tafel.)

(Vorgelegt in der Sitzung vom 25. Juni 1857.)

I. Über gediegenes Eisen im Pläner Böhmens.

In den Gebirgsgesteinen ist ohne Zweifel kein Metall so allgemein und massenhaft verbreitet, als das Eisen. Jedoch sind es stets nur seine Oxydationsstufen und die zahlreichen Verbindungen dieser verschiedenen Oxyde mit anderen Substanzen, welche bald stellenweise in grösseren Massen zusammengehäuft erscheinen, bald die Gesteine mehr weniger gleichmässig durchdringen. In letzterer Form bilden sie zugleich die Hauptquelle der wechselnden Färbungen der Felsarten und bringen auf diese Weise einige Mannigfaltigkeit in die sonst mitunter ermüdende Einförmigkeit besonders der geschichteten Gesteine. Desto sparsamer tritt das Eisen in metallischem Zustande auf der Erdoberfläche auf. Die mitunter kolossalen Massen meteorischen Eisens, die man besonders in neuerer Zeit in verschiedenen Ländern entdeckt hat, können hier nicht in Anschlag gebracht werden, da sie, aus fernen Regionen nur zufällig auf die Erde gelangt, als Fremdlinge dieser nicht ursprünglich angehören und daher keinen constituirenden Bestandtheil derselben bilden. Hier kann nur von dem auf und in der Erde selbst gebildeten, dem sogenannten tellurischen Eisen die Rede sein. Dieses ist aber eine so seltene und vereinzelte Erscheinung, das man seine Existenz durch lange Zeit ganz in Abrede stellte und jetzt noch jeder Fund desselben von manchen Seiten mit vielem Misstrauen und Bedenken aufgenommen wird. Und doch ist manches gediegene Eisen unter solchen Verhältnissen gefunden worden, dass sein tellurischer Ursprung sich nicht verleugnen lässt, wenn man auch von der andern Seite zugeben muss, dass manches früher für tellurisch angesehene Eisen sich als ein Kunstproduct herausgestellt habe. Bei dieser

grossen Seltenheit des irdischen metallischen Eisens muss jede neue Beobachtung, welche uns eine unwiderlegliche Bestätigung der in Rede stehenden Erscheinung liefert, erwünscht sein und als eine Bereicherung unseres Wissens angesehen werden. Einen solchen Fund will ich nun auf den folgenden Blättern möglichst sorgfältig beschreiben.

Zuvor erlaube ich mir aber, die bisher bekannt gewordenen Beobachtungen wahren tellurischen Eisens, deren Zahl keine bedeutende ist, kurz zusammen zu fassen, obwohl solche theilweise Zusammenstellungen auch schon anderwärts gemacht worden sind [1]).

Das älteste und am meisten bekannt gewordene Vorkommen von gediegenem Eisen ist jenes auf der Grube „Eiserner Johannes" bei Grosskamsdorf in Thüringen. Es wurde vielfach bezweifelt, hat aber seine Echtheit behauptet. Es ist mit dichtem Magneteisen verwachsen, derb, mit etwas blättrigem Gefüge, mehr in das Stahlgraue geneigt und weniger ductil als Meteoreisen. Nach Klaproth's Untersuchung enthält es: Eisen 92·5, Blei 6·0 und Kupfer 1·5.

Bei Canaan in Connecticut wurde eine zwei Zoll dicke Eisenmasse gangartig im Glimmerschiefer gefunden. Es enthielt zwischen den breiten Platten, in die es getheilt war, Graphit, besass keine krystallinische Structur und zeigte, mit Säuren geätzt, keine Widmanstätt'schen Figuren. Nach Shepard enthielt es Eisen 91·8, Graphit 7·0. (Ann. Journ. Scienc. XII. 154 und [2] V. 292.)

Auf einem Gange bei Oulle unweit Allemont in der Dauphineé kam im Gneiss Eisen in ästig-stalaktitischer Form vor, mit Quarz verwachsen (Phillips an elementary introduction to the knowledge of mineralogy 1823 p. 213).

In dünnen Blättchen soll es sich nach Eschwege in einem Eisensteinconglomerate in der Gegend von Itabira do Matto Dentro in Brasilien gefunden haben; ebenso nach Proust in Schwefelmetallen aus Amerika eingewachsen, so wie nach Demarçay in kleinen Flittern im Cerit der Bastnäs-Grube bei Riddarhyttan in Schweden. Als vulcanisches Product wurde es am Graveneire im Departement

---

[1]) G. Bischof's Lehrbuch d. chemischen u. phisicalischen Geologie, II, 3, p. 2075 ff. — Hausmann, Handbuch der Mineralogie. II, 1, p. 39. — G. Dana a system of mineralogy. 4 edit. 1855, II, p. 18, 19. — Bornemann in Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie 1853, 88. Bd. p. 145 ff. und 325 ff.

Puy de Dome in Frankreich angetroffen in einem Wasserrisse zwischen Laven und Schlacken, theils stahlgrau und von zackigem Bruche, theils blätterig und von silberweisser Farbe.

Auch durch pseudovulcanische Processe scheint metallisches Eisen (Hauy's *acier pseudovolcanique*) hervorgebracht worden zu sein. Wenigstens ward es von Mossier zu la Bouiche im Allier-Departement in einem Kohlenlager, das sich wahrscheinlich spontan entzündet hatte, gefunden. Es hatte eine Schwere von 7·45 und enthielt: Eisen 94·5, Kohlenstoff 4·3, Phosphor 1·2. — Auch Pusch gibt an, in dem Erdbrande von Straka bei Teplitz in Böhmen metallisches Eisen gefunden zu haben. (Leonhard's Zeitschrift f. Min. und Geogn. 1826, p. 530.)

Eisen begleitet ferner in kleinen Plättchen und Körnern sowohl in Südamerika, als am Ural das Platin. Obwohl es von vielen Seiten als von den bei der Ausbeutung des Platinsandes benützten eisernen Werkzeugen abstammend angesehen wurde, so dürfte es doch unzweifelhaft dem natürlichen Eisen beizuzählen sein, da es oft mit Platin verbunden vorkömmt. Osann fand in den von ihm analysirten Körnern: Eisen 86·33, Platin 8·15, Kieselerde 0·48, unlöslichen Rückstand 4·50. Andere Körner des Platins enthalten eine geringere Menge von Eisen, 5—13 pCt. Breithaupt unterscheidet das Eisenplatin, welches eine dunklere Farbe und ein geringeres specifisches Gewicht von 14·66 — 15·19 besitzt, als besondere Species.

Bornemann beschreibt (in Poggendorff's Annalen der Phys. u. Chem. 1853, 88. Bd. p. 145) ein interessantes Vorkommen von gediegenem Eisen aus der Keuperformation von Mühlhausen in Thüringen. Am Wege nach Pfaffenrode liegen im Kohlenletten Knollen, die gewöhnlich mit Schwefelkies erfüllt sind. Einer derselben enthielt aber das gediegene Eisen von sehr unregelmässig zackiger Form, im Innern mit Höhlungen, die theilweise mit derselben Masse erfüllt waren, welche die äussere Kruste des Eisens bildete. Diese bestand aus einem dichten Gemenge von Magnetit mit Brauneisenstein, dem aber zugleich fein zertheiltes metallisches Eisen eingesprengt war. Das Eisen war sehr weich und geschmeidig, von heller, ins Silberweisse ziehender Farbe, und enthielt weder Nickel noch Kobalt. In der Kruste waren neben dem Eisen etwas Wasser und Spuren von Mangan, Magnesia, Thonerde und Kieselerde vorhanden.

Ein anderes Vorkommen von gediegenem Eisen wurde in der jüngsten Zeit von Bahr beobachtet (Erdmann's Journal für prakt. Chemie 1851, Bd. 54, p. 194). Derselbe fand es auf einer schwimmenden Insel im See Ralang in Småland, die nach vierjährigem Verweilen unter Wasser Tags vorher sich über den Wasserspiegel erhoben hatte, im Innern eines Laubholzstammes, dessen Gewebe stellenweise durch das Eisen ersetzt war, während es an anderen Stellen sich in den Zwischenräumen der Holzfaser abgelagert hatte. Es bildete, mit Eisenoxydhydrat gemengt, keine zusammenhängende Masse, sondern mehr weniger gehäufte und an einander gereihte Kügelchen und hatte im Äusseren Ähnlichkeit mit dem Sumpferze. Das möglichst gereinigte Eisen war silberweiss, etwas schmiedbar und hatte geschmiedet ein Eigengewicht von 6·625. Merkwürdig ist neben Thon- und Kieselerde, Kalk und Magnesia, Vanadin- und Phosphorsäure und Spuren von Mangan der nicht unbedeutende Gehalt an Nickel und Kobalt, die sonst nur dem Meteoreisen eigenthümlich zu sein pflegen.

In den meisten der angeführten Fälle finden wir das gediegene Eisen in Gesellschaft von Eisenoxyden, z. B. Rotheisenstein, Limonit, Magnetit, aus deren Reduction dasselbe hervorgegangen sein dürfte. Mitunter kann man die fortschreitende Desoxydation von Eisenoxyd und Eisenoxydhydrat durch die Stufe des Eisenoxyduloxydes bis zum metallischen Eisen verfolgen. Weniger klar ist das Agens, welches die Reduction bewirkte. In dem Bornemann'schen und Bahr'schen Falle möchten wohl organische Substanzen unzweifelhaft das Reductionsmittel gewesen sein, während bei dem vulcanischen und pseudovulcanischen Eisen wohl auch die gleichzeitige Einwirkung einer hohen Temperatur mit in Anschlag gebracht werden muss. Welche Agentien sonst noch mit im Spiele waren, ob, wie Bahr vermuthet, galvanisch-elektrische Spannung der verschiedenartigen sich berührenden Substanzen, kann wohl bisher kaum entschieden werden.

Ebenso in Dunkel verhüllt ist die Entstehung des metallischen Eisens, welches von Th. Andrews (Pogg. Ann. 1853, Bd. 88, p. 321) in sehr fein vertheiltem Zustande, vergesellschaftet mit Magneteisen in manchen, besonders plutonischen Gesteinen zuerst nachgewiesen wurde, wie z. B. im Basalte des Hügels von Slievemish in der Grafschaft Antrim, auf den Maiden rocks, im Basalte von Giants causeway, im Trachyt der Auvergne u. s. w. Es gibt seine Gegenwart dadurch zu erkennen, dass es, wenn man aus dem gepulverten

Gesteine den magnetischen Theil auszieht und unter dem Mikroskope mit angesäuerter Kupfervitriollösung übergiesst, aus demselben metallisches Kupfer reducirt, was durch den Magnetit nicht bewirkt wird. Auf diese Weise habe ich auch in manchen böhmischen Basalten einen Eisengehalt gefunden, und es scheint das metallische Eisen daher in Gesteinen dieser Art ziemlich verbreitet zu sein.

Ich übergehe nun zur Beschreibung des böhmischen tellurischen Eisens, welches den Gegenstand der gegenwärtigen Abhandlung bildet, und seines Vorkommens. Es wurde schon im Jahre 1844 von dem Veteranen der Naturforscher Böhmens, dem Herrn Gubernialrathe Neumann aufgefunden, aber nicht näher beschrieben. So verdanken wir mithin demselben Manne, der im Jahre 1811 das erste böhmische Meteoreisen — den verwünschten Burggrafen von Elbogen — als solches erkannte, auch die Entdeckung des ersten böhmischen tellurischen Eisens. Ich bin demselben besonders verpflichtet für die gefällige Mittheilung der nachfolgenden Daten und der zur Untersuchung dienenden, in seiner Sammlung aufbewahrten Exemplare.

Sie wurden insgesammt im Jahre 1844 bei Gelegenheit des Baues des 130 Klafter langen Eisenbahntunnels bei Chotzen (in geringer südlicher Entfernung von der Stadt) gefunden. Der Tunnel durchbricht einen schmalen, fast gerade südwärts verlaufenden Hügelrücken, so, dass seine Sohle nur 20 Klafter von dem höchsten Punkte des Hügels absteht. Derselbe besteht aus einem deutlich geschichteten, festen, blaugrauen, stellenweise graugelben oder gelblichweissen Pläner, der hier sehr arm an Versteinerungen ist und dessen Schichten unter 20 bis 24° gegen O. einfallen. Er umschliesst zahlreiche festere Concretionen von bald ziemlich regelmässig kugeliger oder elliptischer, bald von unregelmässig knolliger Gestalt, die sich meist leicht von dem umgebenden Gesteine trennen lassen. Ihr peripherischer Theil besteht aus festem Kalkmergel von gelblicher Farbe, während im Innern gewöhnlich ein Kern von anderer Beschaffenheit enthalten ist.

Im frischen Zustande wird dieser Kern von sehr feinkörnigem graulich-speisgelbem Eisenkies — wohl meistens Markasit —, welcher einen geringen Arsengehalt besitzt, gebildet. In den meisten Fällen hat aber das Eisenbisulphuret eine pseudomorphe Umbildung erlitten. Es ist nämlich in gewöhnlich ocherigen, selten compacteren gelbbraunen oder rostgelben Limonit umgewandelt, welcher oft so

weich ist, dass er sich zwischen den Fingern zerreiben lässt. Fast stets ist er zugleich porös, füllt auch oft den Raum, den früher der Eisenkies einnahm, nicht mehr vollkommen aus, sondern erscheint durch die unregelmässigen Höhlungen, welche ihn durchziehen, wie zerfressen. Ja oft findet man in letzteren losgerissene pulverartige Theile des Eisenoxydhydrates liegen, ganz ausser aller Verbindung mit den umschliessenden Wandungen. Gewöhnlich hat aber zugleich die mergelige Rinde der beschriebenen Concretionen eine Veränderung in Beziehung auf ihre Färbung erlitten. Es scheint nämlich das neu gebildete Eisenoxydhydrat dieselbe ebenfalls durchdrungen zu haben; wir finden sie mehr weniger gelb gefärbt, am intensivsten in unmittelbarer Nähe des oft nicht mehr scharf von der Umgebung abschneidenden Kernes. Bei einigen Concretionen wechseln concentrische lichtere und dunklere Farbenzonen mehrmals mit einander ab.

Das Innere dieser Knollen ist nun auch die ursprüngliche Lagerstätte des in Rede stehenden gediegenen Eisens, das aber nur auf einen engbegrenzten Raum einer einzigen Plänerschichte — nicht weit über der Sohle des Tunnels — und darin nur auf einige vereinzelte Knollen beschränkt gewesen sein soll. Als Herr Gub. Rath Neumann während des Tunnelbaues die Localität besuchte, fand er die ersten Eisenstückchen lose auf der Halde des eben in dem Tunnel gebrochenen und auf einen Haufen gestürzten Gesteines. Die eigenthümliche constante Form derselben, das starke Angegriffensein durch Oxydation, das Anhängen einzelner Gesteinstückchen entfernten wohl sogleich jeden Gedanken an eine Abstammung derselben von den bei der Arbeit angewandten eisernen Werkzeugen; die schon dadurch geweckte Aufmerksamkeit wurde durch die Behauptung der Arbeiter, dass die Eisenstücke in den Plänerknollen gesessen seien, noch gesteigert. Bei, so weit es die damals gerade karg zugemessene Zeit erlaubte, fortgesetzter Untersuchung gelang es, 16 solcher Eisenfragmente aufzufinden, von denen drei noch in die zugleich aufgefundenen Bruchstücke von Mergelconcretionen ganz genau hineinpassten. Um jeden etwa noch möglichen Zweifel zu beseitigen, befindet sich endlich unter den von Herrn Neumann mir zur Untersuchung übergebenen Stücken eines, in welchem gediegenes Eisen, mit Limonit gemengt, noch ganz unverrückt und unbeweglich festsitzt, mit der Umgebung innig verwachsen.

Bei den übrigen lag das gediegene Eisen, nur locker verbunden mit dem ocherigen Brauneisenstein, in den Knollen und fiel daher beim Zerschlagen der letzteren leicht heraus.

Die Eisenstücke, deren grösstes 3 Unzen 1 Drachme wog, stimmen beinahe alle auf eine sehr auffallende Weise in ihrer Form überein. Sie bilden Schalen von verschiedener Grösse, deren eine Fläche mässig und gleichförmig gewölbt, die andere ebenso concav, der eine Rand bogenförmig, dick und eingerollt, der entgegengesetzte scharf und gerade ist. Auf der ausgehöhlten Fläche läuft in ziemlicher Entfernung von dem dicken Rande und demselben parallel eine stark und scharf hervortretende kielartige Leiste, die von dem erwähnten Rande durch eine breite Furche geschieden wird. An diesem Kiele sind die Eisenstücke am dicksten. Das vorher berührte grösste dieser Stücke misst 2″ in der Länge, 2·6‴ in der Breite, und besitzt an dem Kiele eine Dicke von 0·6″. Zum Behufe grösserer Deutlichkeit habe ich auf beiliegender Tafel eine Abbildung der concaven Fläche dieses Stückes (Fig. 1), so wie des Verticaldurchschnittes eines anderen (Fig. 2) beigegeben.

Sämmtliche Eisenbrocken sind an der Oberfläche mit einer mehr weniger dicken Schichte braungelben Eisenrostes überzogen und besonders auf der gewölbten Fläche ist dieser auch mehr weniger in das Innere des Eisens eingedrungen, so dass sich dünne Blätter von diesem leicht trennen lassen, welche ringsum mit einer dünnen Lage von Eisenoxydhydrat bedeckt sind. Seltener sind mehr weniger tief reichende Querrisse vorhanden, die dann ebenfalls mit Eisenrost erfüllt sind. An der Oberfläche mancher Stücke hängen auch noch zahlreiche Partikeln des Pläners, von dem sie einst umgeben waren. Das Innere der Schalen wird stets von sehr compactem metallischem Eisen gebildet.

Dasselbe hat bei 15° R. Temperatur ein Eigengewicht von 7·732, ist weich, dehnbar, sehr licht stahlgrau, reducirt eine Lösung von Kupfervitriol sehr rasch und zeigt auf polirten und mit Säuren geätzten Flächen keine Spur von Widmanstätt'schen Figuren. Schon früher wurde durch den Sohn des Entdeckers, Herrn F. G. Neumann in Wien eine chemische Untersuchung vorgenommen, welche nach der mir gemachten Mittheilung nachwies:

Eisen . . . . 98·33
Kohlenstoff . . . . 0·74

Arsen . . . . 0·32
Nickel . . . . 0·61.

Da nun besonders des auffallenden Nickelgehaltes wegen eine Wiederholung der Analyse nothwendig schien, unternahm Herr von Payr im Laboratorium des Herrn Professors Rochleder auf meine Bitte dieselbe. Er fand jedoch, dass das Eisen ungemein rein sei und nur etwas Kohlenstoff und eine Spur von Arsen enthielt. Ersterer gab sich theils durch den beim Auflösen in Salzsäure entweichenden Kohlenwasserstoff, theils durch den zurückbleibenden Rückstand von nur 0·1 zu erkennen. Die Spur von Arsen dürfte wohl aus dem Eisenkies in das metallische Eisen übergegangen sein. Von Nickel, Kobalt und Phosphor, auf welche die besondere Aufmerksamkeit gerichtet war, konnte keine Spur entdeckt werden.

So wie die äussere Form, scheint auch die Lage der Eisenstücke in den Plänerknollen eine ziemlich constante gewesen zu sein. Der umgebogene dicke Rand und die nach Umständen mehr weniger gewölbte Fläche waren nach aussen gegen die Peripherie gerichtet, während der scharfe Rand und die concave Fläche dem Innern der umschliessenden Höhlung zugewendet und von dickeren oder dünneren Lagen von Eisenoxydhydrat überdeckt war. Wenigstens liess sich dies an den Exemplaren beobachten, an welchen das metallische Eisen noch in die Höhlungen der Plänerknollen hineinpasste, und nur auf diesem Wege findet die übereinstimmende Form der Eisenpartikeln eine theilweise genügende Erklärung.

Was die Bildungsweise des Eisens in unserem Falle betrifft, so kann man wohl die Vorgänge, welche dabei statthatten, im Allgemeinen ahnen, ohne aber im Stande zu sein, das Detail derselben und die Agentien, die dabei mitgewirkt haben mögen, mit Bestimmtheit nachzuweisen. Es treten hier jedem Versuche dieselben Schwierigkeiten entgegen, welche auch in den anderen, vorher erwähnten Fällen jede befriedigende genetische Erklärung unmöglich machen. Fasst man alle in unserem Falle beobachteten Erscheinungen zusammen, so dürfte es kaum einem Zweifel unterliegen, dass das Ganze auf einer Reihe von chemischen Processen beruht, deren Ausgangspunkt man wohl in dem Eisenkiese zu suchen hat, welchen man jetzt noch in vielen der Chotzener Plänerknollen erhalten findet. Derselbe unterlag, wie es häufig statthat, einem oxydirenden Zersetzungsprocesse und wurde dadurch in meistens ocheriges Eisenoxydhydrat

umgewandelt, das wir an der Stelle des Eisenkieses so viele der Knollen erfüllen und bisweilen noch einen Überrest unzersetzten Kieses umschliessen sehen. Aber auch dieses scheint von ferneren chemischen Veränderungen nicht überall verschont geblieben zu sein. Einem solchen chemischen Vorgange — und zwar einem Reductionsprocesse — dürfte das in einzelnen Knollen vorgefundene gediegene Eisen seinen Ursprung verdanken. In dieser Beziehung stimmt unser Fall mit den vorher angeführten vollkommen überein. Wir sehen hier, wie dort, eine Reduction des Eisens aus einem seiner Oxyde. Dass bei Chotzen die Zwischenstufe des Eisenoxyduloxydes, das andere Tellureisen begleitet, mangelt, kann durch besondere individuelle Verhältnisse bedingt sein. Während wir aber bei einigen der früher beschriebenen Vorkommnisse den Einfluss organischer Substanzen, bei anderen eine hohe Temperatur — beides mächtige desoxydirende Einflüsse — mit der grössten Wahrscheinlichkeit als reducirendes Agens in Anspruch nehmen können, fehlt in unserem Falle jeder Anhaltspunkt. Am wahrscheinlichsten ist es immer noch, dass organische Substanzen oder Gase dabei wirksam waren, denn, wenn diese bei höherer Temperatur Eisen rasch zu reduciren vermögen, so können sie dasselbe wohl auch bei gewöhnlicher Temperatur, aber langsam — in langen Zeiträumen — zu Stande bringen. Auf den genetischen Zusammenhang des metallischen Eisens mit dem Eisenkiese deutet übrigens schon der wenn auch sehr geringe Arsengehalt hin, der wahrscheinlich aus letzterem in das Eisen übergegangen ist. — Das das Chotzener Eisen wirklich tellurisches Eisen sei, ergibt sich schon aus manchen seiner beschriebenen Eigenthümlichkeiten. Aus der Reihe der Meteoreisen wird es ausgeschlossen durch die Art seines Vorkommens und, wenn man es selbst als den Rest eines vorweltlichen, während der Ablagerung des Pläners Statt gehabten Meteoreisenfalles anzusehen geneigt wäre, durch den Mangel jedes Nickel- und Kobaltgehaltes und der Widmannstätt'schen Figuren. Sollte man dagegen, um im Wegleugnen jedes Tellureisens consequent zu bleiben, es gewaltsam zu einem Kunstproducte stempeln wollen, so könnte es doch nur von den beim Durchbrechen des Tunnels gebrauchten Werkzeugen abstammen, womit sich aber die so constante Form der Eisenstückchen und das starke Angegriffensein derselben durch Oxydation nicht in Einklang bringen lassen.

Einen unwiderleglichen Beweis für den tellurischen Ursprung des Chotzener Eisens liefert aber das schon früher kurz erwähnte Stück eines Plänerknollens, in welchem man das metallische Eisen noch fest eingewachsen findet. In einem Bruchstücke durch Eisenoxydhydrat ochergelb gefärbten Pläners sieht man neben einer Partie sehr porösen Eisenochers drei festere Einflüsse von Haselnussgrösse liegen, welche mit dem umgebenden Gesteine innig zusammenhängen. Sie besitzen eine dunkel-schwärzlich-braune Farbe und zeigen einen Strich, der theils gelb-braun, theils metallisch glänzend ist. Kleine Partikeln werden vom Magnet angezogen. Zerreibt man einige derselben, so unterscheidet man darin unter der Loupe neben deutlichem Eisenoxydhydratpulver zahlreiche kleine Flitterchen lebhaft glänzenden metallischen Eisens, welche sich durch Schlämmen und durch den Magnet leicht von dem Oxydpulver trennen lassen. Ohne Zweifel hat man es hier mit Partien gediegenen Eisens zu thun, die durch Oxydation schon wieder zum Theil in den Zustand des Eisenoxydhydrates übergeführt worden sind. Mit anderen Stücken dürfte dies wohl schon zur Gänze geschehen sein, so dass keine Spur mehr davon übrig geblieben ist. Diese rasch eintretende Oxydation ist gewiss, wenigstens zum Theile, der Grund, wesshalb das metallische Eisen sich überhaupt gar so selten in den verschiedenen Gesteinschichten vorfindet, während von der anderen Seite auch das Zusammentreffen besonderer Umstände nöthig gewesen sein mag, um die Reduction desselben zu bewirken. Künftige mit Sorgfalt angestellte Untersuchungen werden uns vielleicht auch diese mehr weniger vollständig kennen lehren.

II. Über den Lillit, eine neue Mineralspecies von Příbram.

In meiner Abhandlung über die paragenetischen Verhältnisse der Příbramer Gangmineralien (Sitzungsberichte der kais. Akad. der Wiss., Bd. 22, S. 138 ff.) habe ich eines dem äusseren Ansehen nach der Grünerde oder dem Glaukonit ähnlichen Minerals, welches nicht selten in einer der zahlreichen dortigen Calcitformationen (dem Calcite III) vorgekommen ist, vielfache Erwähnung gethan. Besonders in jüngster Zeit hat es sich selbst in bedeutenden Tiefen (über 350 Klaftern) in Begleitung von Pyrit und Samteisenerz, in dem

Kalkspathe eingeschlossen oder doch von demselben bedeckt gefunden. An Stufen, die aus früheren Zeiten des Příbramer Bergbaues herstammen, traf ich auch den Cronstedtit in seiner Gesellschaft. Die Verhältnisse, unter denen das Mineral auftritt, habe ich an dem bezeichneten Orte ausführlich beschrieben. Hier erlaube ich mir nur des klareren Verständnisses wegen, zu wiederholen, dass dieselben von der Art sind, dass man die Substanz für ein Zersetzungsproduct eines knolligen und nierenförmigen, dünnstenglig zusammengesetzten Pyrites ansehen muss. Mitunter sah ich den Pyrit noch theilweise erhalten und deutlich erkennbar, während aber in den meisten Fällen der Zersetzungsprocess bis zum völligen Verschwinden des ursprünglichen Minerales gediehen ist.

Das daraus hervorgegangene Product stellt eine amorphe glanzlose Substanz von erdigem Ansehen dar, die mitunter selbst zerreiblich ist. In anderen Fällen bildet sie eine zusammenhängende Masse, welche beiläufig die Härte des Gypses besitzt. Sie ritzt den Gyps nur auf den vollkommensten Theilungsflächen. Ihre Farbe ist schwarzgrün und neigt nur dann in das Braune, wenn Eisenoxydhydrat in bedeutender Menge beigemengt ist. Die Farbe des glänzenden Striches ist etwas lichter als die Oberflächenfarbe, dunkelgrau-grün. Die Substanz fühlt sich mager an. Das specifische Gewicht ergab sich im Mittel aus mehreren Wägungen = 3·0428. Sehr feines Pulver, im befeuchteten Zustande unter dem Mikroskope betrachtet, scheint mit lauchgrüner Farbe durch.

Im Kolben erhitzt, gibt das Mineral Wasser und wird schwarz. In offener Glasröhre vor dem Löthrohre behandelt, entbindet es ebenfalls Wasser und nimmt eine braune Färbung an. Auf der Kohle schmilzt es schwer zur schwarzen schlackigen Masse, die nach dem Erkalten vom Magnete lebhaft angezogen wird. Mit Borax am Platindrathe zusammengeschmolzen, löst es sich leicht zu einer im heissen Zustande rothen, nach dem Erkalten gelben durchsichtigen Glasperle. Mit Phosphorsalz gibt es ebenfalls ein gelbes Glas, in dem ein weisses ungelöstes Kieselskelet schwimmt. Mit Soda und Salpeter auf dem Platinbleche zusammengeschmolzen, ertheilt es dem Flussmittel nur stellenweise eine sehr schwache grüne Färbung. Alle diese Versuche deuten auf die Gegenwart von vielem Eisen, Kieselerde und Wasser, als Hauptbestandtheile des Minerales, zu denen noch ein sehr geringer Mangangehalt hinzukommt.

Dieselben Bestandtheile, mit Ausnahme des Mangans, ergaben sich aus einer qualitativen Untersuchung auf nassem Wege. Man erkannte dabei auch noch die Gegenwart von Pyrit und kohlensaurem Kalk, welche aber nur als mechanische Einmengungen anzusehen sind, wie eine Prüfung des Minerals durch vergrössernde Gläser unzweifelhaft darthut. Dasselbe lässt nicht selten noch die stengelige Zusammensetzung des Pyrites, aus dem es entstanden ist, wahrnehmen und aus dem benachbarten Kalkspathe senken sich dann zwischen die einzelnen Stengel sehr dünne Säulchen desselben, bestehend aus vertical über einander liegenden winzigen Kryställchen, hinein; oder es liegt der Calcit auch in einzelnen Körnchen, die wegen ihrer Kleinheit sich nicht vollkommen absondern lassen, in der Masse zerstreut.

Der ebenfalls eingemengte Pyrit ist keineswegs als ein der Zersetzung entgangenes Residuum des ursprünglichen Pyrites zu betrachten, sondern als eine spätere Neubildung. Denn er liegt in einzelnen rundum ausgebildeten Krystallen oder Krystallgruppen (H oder $\frac{A_2}{2}$ oder $H. \frac{A_2}{2}$), die zuweilen eine Grösse von 1—2''' erreichen, mehr weniger reichlich in der zersetzten Masse eingebettet, selbst vollkommen frisch und glänzend, nicht die geringste Spur einer chemischen Veränderung darbietend.

Aber auch noch eine dritte, offenbar mechanische Beimengung verräth sich häufig dem bewaffneten Auge; ja wo sie in reicherem Masse vorhanden ist, vermag man sie schon mit freiem Auge zu erkennen. Nicht selten sehen wir nämlich das Mineral mit Eisenoxydhydrat in grösserer oder geringerer Menge gemischt, wobei dasselbe bald nur als fein vertheilter Ocher, bald in kleinen Kügelchen, aus vom Centrum nach allen Seiten hin ausstrahlenden Fasern bestehend, bald endlich selbst in grösseren Partien ausgeschieden erscheint. In letzterem Falle vermag man daran alle Charaktere des bekannten Samteisenerzes (Göthites) nachzuweisen. Über den innigen Zusammenhang desselben mit dem erdigen grünen Minerale werde ich weiter unten noch einiges beifügen.

Die Ergebnisse der qualitativen Untersuchung auf trockenem und nassem Wege, so wie auch der mechanischen Analyse wurden durch die quantitative chemische Zerlegung bestätigt, welche Herr von Payr im Laboratorium des Herrn Prof. Dr. Rochleder vorzu-

nehmen die Gefälligkeit hatte. Zum Behufe derselben wurde möglichst reines Material ausgewählt; es wurden die eingemengten Kalkspathpartikeln mit Hilfe der Loupe, die Pyritkryställchen durch Schlämmen möglichst davon getrennt. In der auf diese Weise gereinigten Substanz unterschied man nur noch sehr wenige und kleine Splitter von Kalkspath und Pyrit, die sich als solche leicht erkennen liessen. Von etwa beigemengtem Eisenoxydhydrate konnte ich darin keine Spur entdecken, was, falls eine solche Verunreinigung wirklich vorhanden gewesen wäre, unter dem Mikroskope doch hätte geschehen müssen.

Das Mineral zeigt ein auffallendes Verhalten gegen Säuren. Schon eine schwache kalte Säure, z. B. Essigsäure reicht zur Zersetzung hin, sie nimmt Eisenoxyd daraus auf, ohne Kieselerde abzuscheiden. Eine stärkere Säure, z. B. Salzsäure, besonders im erwärmten Zustande, löst das Mineral leicht mit Ausscheidung von gallertartiger Kieselsäure auf. Die salzsaure Lösung ist intensiv gelb. Treibt man aber durch Glühen zuvor das Wasser in einem Strome von Kohlensäuregas aus dem Minerale aus, so widersteht dasselbe selbst starken erhitzten Säuren hartnäckig. Es stimmt dies mit dem Verhalten der wasserfreien Eisenoxydulsilicate überhaupt überein, in denen das Eisenoxydul die Kieselsäure sehr fest zurückhält, während bei den Hydraten die Zersetzung viel leichter eintritt.

Ich lasse nun die Resultate der Analyse nach den mir gegebenen Mittheilungen des Herrn v. Payr wörtlich folgen:

„1·579 des Minerales geben	0·513 Kieselsäure	= 32·48 pCt.
	0·862 Eisenoxyd	= 54·95 „
	0·031 Kalkcarbonat	= 1·96 „
Salzsäure liess davon ungelöst	0·010 Pyrit	= 0·63 „

1·638 der Mineralsubstanz, in einer Atmosphäre von Kohlensäure geglüht, gaben 0·184 Verlust = 11·23 pCt. Davon sind 0·17 Schwefel und 0·63 pCt. Doppelschwefeleisen (Pyrit); ferner 0·8624 Kohlensäure, die bei dem Glühen des Silicates ausgetrieben und beim Erkalten im Kohlensäuregas nicht mehr aufgenommen wurden. Demnach beträgt die Menge des hinweggegangenen Wassers 10·1976 pCt.

0·852 des Minerales gaben, mit Salpetersäure befeuchtet, geglüht, mit kohlensaurem Ammoniak befeuchtet und wieder geglüht, 0·775 Substanz, also — mit Berücksichtigung des Wassers, des

Schwefels im Pyrit und der Kohlensäure im Calcit — eine Gewichtszunahme von 3·43 pCt.

Nach Abzug dieser Menge Sauerstoff von der gefundenen Menge Eisenoxyd = 54·95 bleiben 51·52 pCt. Eisen und Sauerstoff.

Nach Abzug des beigemengten Doppeltschwefeleisens und des kohlensauren Kalkes bleiben also:

$$\begin{aligned} SiO_3 &= 32{\cdot}48 \\ Fe+O &= 51{\cdot}52 \\ HO &= 10{\cdot}20 \\ \hline & \quad 94{\cdot}20 \end{aligned}$$

oder in 100 Theilen:

$$\begin{aligned} SiO_3 &= 34{\cdot}48 \\ Fe+O &= 54{\cdot}69 \\ HO &= 10{\cdot}83 \\ \hline & \quad 100{\cdot}00 \end{aligned}$$

Dies führt am wahrscheinlichsten zu der Formel: $2(SiO_3, FeO, HO) + (Fe_2O_3, HO)$, obwohl die Resultate der Analyse nicht vollkommen damit stimmen; denn die Formel würde verlangen:

$$\begin{aligned} 2SiO_3 &= 34{\cdot}07 \\ \left.\begin{matrix} 4Fe \\ 5O \end{matrix}\right\} &= 55{\cdot}99 \\ 3HO &= 9{\cdot}94 \end{aligned}$$

und eine Gewichtszunahme von 2·92 pCt. an Sauerstoff. Es ist hier offenbar in dem Gemenge etwas mehr von dem wasserhaltigen Eisenoxydulsilicat und etwas weniger von Eisenoxydhydrat enthalten, als der angegebenen Formel entspricht“.

Nimmt man die eben angegebene Zusammensetzung des in Rede stehenden Minerales als die wahrscheinlichste und richtigste an, so unterscheidet es sich in chemischer Beziehung wesentlich von allen verwandten Mineralien.

Am nächsten stehen ohne Zweifel der Cronstedtit, Sideroschisolith, Stilpnomelan, Hisingerit u. s. w., für deren einige bisher noch keine sicher feststehende Formel aufgestellt worden ist. Sie unterscheiden sich aber in der Zusammensetzung alle von dem beschriebenen Minerale.

Der Cronstedtit — nach v. Kobell's Correction der Formel: $3(FeO, MgO, MnO)\ SiO_3 + Fe_2O_3,\ 3HO$ — unterscheidet sich,

abgesehen von der verschiedenen Zusammensetzung des enthaltenen Eisenoxydhydrates, schon durch die Gegenwart der Talkerde. Der Sideroschisolith [$3(FeO, HO) + 3FeO, SiO_3$] würde, wenn die angenommene Formel die richtige ist, gar kein Eisenoxyd enthalten. Bei beiden ist überdies das Eisenoxydulsilicat wasserfrei. Der Stilpnomelan, dessen chemische Zusammensetzung ebenfalls noch im Dunkeln liegt, würde zwar ein Eisenoxydhydrat, aber zugleich Thonerde und Magnesia enthalten.

Die Formel des amorphen Hisingerites ist: $3FeO, SiO_3 + 2Fe_2O_3SiO_3 + 6HO$. Seine schalig-nierenförmigen und traubigen Gestalten dürften übrigens vielleicht auf eine analoge Weise, wie bei unserem Minerale, aus einem Schwefeleisen entstanden sein. Ferner stehen in chemischer Beziehung die Grünerde, der Glaukonit und die verschiedenen Chlorite mit demselben.

Es dürfte daher wohl erlaubt sein, dasselbe als eine eigenthümliche chemische Verbindung und, da es auch durch besondere mineralogische Merkmale ausgezeichnet ist, als eine besondere Mineralspecies zu betrachten, der ich zu Ehren des Herrn Gubernialrathes von Lill in Příbram, der den Příbramer Gangmineralien eine so grosse Aufmerksamkeit zugewendet und sich dadurch grosse Verdienste um ihre Kenntniss erworben hat, den Namen „Lillit" beizulegen vorschlage.

Zuletzt noch einige Worte über die Entstehung und weitere Umbildung des Minerales. Es kann, wie schon früher erwähnt wurde, keinem Zweifel unterliegen, dass dasselbe ein Zersetzungsproduct des Pyrites sei. Es zeigt dieselben nierenförmigen und traubigen nachahmenden Gestalten, dieselbe dünnstengelige Zusammensetzung, wie der in demselben Minerale manchmal noch unzersetzt auftretende Pyrit. An der Unterseite des darüber liegenden Calcites erkennt man deutlich die Abdrücke der kleinen Hexaëder oder $H.\frac{A_2}{2}$, welche die Oberfläche der frischen Partien drusig machen. Endlich findet man nicht selten den Pyrit nur theilweise von der Zersetzung ergriffen, während der übrige Theil noch deutlich das ursprüngliche Mineral erkennen lässt, so dass man die Umwandlung durch alle Phasen bis zu ihrer Vollendung zu verfolgen im Stande ist.

Der Weg, auf welchem die Zersetzung vor sich gegangen, dürfte nicht schwer nachzuweisen sein. Es ist bekannt, dass der Schwefel-

kies durch doppelt kohlensauren Kalk zersetzt wird. Dass es an letzterem nicht fehlen konnte, beweist die reiche Entwickelung des Calcites, in welchem der Lillit entweder eingebettet liegt oder von welchem er doch bedeckt wird. Das gebildete kohlensaure Eisenoxydul zerfiel zum Theil sogleich in Eisenoxydhydrat, zum Theil wurde es durch die in der Lösung zugleich befindliche Kieselsäure zerlegt und in wasserhaltiges Eisenoxydulsilicat verwandelt, welches mit dem Eisenoxydulhydrate in eine, wenn auch nur sehr lockere Verbindung trat und den Lillit bildete.

Die grosse Ähnlichkeit seiner Zusammensetzung mit jener des Cronstedtites macht es begreiflich, wie sich aus demselben Pyrite bald Lillit, bald Cronstedtit bilden konnte. Wir finden daher letzteren auch fast stets von ersterem begleitet, und wie ich in meiner früher erwähnten grösseren Abhandlung darthat, fand ich einmal mitten in der Lillitmasse einzelne Säulchen des Cronstedtites eingebettet, so dass sich an einer gleichzeitigen Entstehung beider kaum zweifeln lässt.

Es liegt dann die anderwärts schon ausgesprochene Idee wohl sehr nahe, dass der Cronstedtit ebenfalls ein Umbildungsproduct des Pyrites sein möchte, eine Ansicht, die auch darin eine Bestätigung finden könnte, dass die Stengel des Pyrites zuweilen unmittelbar in die dünnen Säulen des Cronstedtites fortsetzen, daher an einem Ende aus Pyrit, an dem andern aber aus Cronstedtit bestehen.

Der Lillit unterliegt aber in der Folge wieder einer Zersetzung, zu welcher er durch die lose Verbindung des Eisenoxydhydrates mit dem Eisenoxydulsilicate ohnedies schon hinneigen muss. Die fortgesetzte Einwirkung kohlensauren Wassers reicht hin, um diese Zersetzung hervorzubringen. Durch den Einfluss der Kohlensäure auf das Eisenoxydul zerfällt die Verbindung und das schon fertige Eisenoxydhydrat scheidet sich aus, während das gebildete kohlensaure Eisenoxydul zerlegt wird und sich ebenfalls in Eisenoxydhydrat umstaltet. Welche Verhältnisse es bedingen mögen, dass sich gerade das einfache Hydrat — der Göthit — bildet, ist wohl schwer zu entscheiden, wenn nicht etwa das Vorhandensein dieser Hydratstufe im Lillit auch massgebend auf das sich bei seiner Zersetzung bildende Eisenoxydhydrat einwirkt.

Die eben erörterte Umbildung kann man in allen Phasen verfolgen, von der Beimengung sparsamen ocherigen Eisenoxydhydrat-

pulvers bis zum Vorhandensein deutlicher grösserer oder kleinerer Partien von Samteisenerz, entweder in der Lillitmasse selbst oder in ihrer Nähe.

Das aus der Zersetzung des Lillites hervorgegangene Eisenoxydulcarbonat wird jedoch in den meisten Fällen weiter von der Geburtsstätte hinweggeführt, um erst in grösserer Entfernung wieder als Nadeleisenerz präcipitirt zu werden. Daher sehen wir dasselbe so oft in Gesellschaft des den Lillit deckenden oder umschliessenden Calcites (III) erscheinen oder auch auf der Unterlage verschiedenartiger älterer Mineralsubstanzen zum Vorschein kommen, wie ich dies in meiner Abhandlung über die Přibramer Gangmineralien ausführlicher auseinander gesetzt habe. In allen Fällen scheint aber der Lillit das Material zu seiner Bildung geliefert zu haben. Wir können dies schon aus dem Umstande schliessen, dass er sehr oft die Räume, welche der Pyrit vor seiner Zerstörung eingenommen hat, nicht mehr vollkommen ausfüllt, ja sehr oft sind sie zum grossen Theile leer, nur noch mit einem Überzuge von Lillit ausgekleidet oder auch mehr oder weniger von später gebildetem Pyrit oder Calcit erfüllt. In solchen Fällen gibt nur ein dünner Überzug oder eine sparsame Einmengung des dunkelgrünen pulverigen Minerales seine frühere reichlichere Gegenwart zu erkennen.

Welche Umstände bei der Neubildung von Pyrit besonderen Einfluss ausgeübt haben mögen, wage ich nicht zu entscheiden. Vielleicht haben auch hier durch das Wasser herbeigeführte organische Substanzen die Reduction des Eisenoxydulsilicates zu Schwefeleisen bewirkt. Befremden kann uns diese wiederholte Bildung von Pyrit in keinem Falle, da dieses Mineral auf den Přibramer Erzgängen zu sehr verschiedenen Zeiten gebildet wurde, daher in der Reihe der Přibramer Gangmineralien mehrfach wiederkehrt.

III. Über einen dichten Pyroxen von Rochlitz.

Durch die Güte des Herrn Em. Porth erhielt ich vor einiger Zeit ein derbes verschwindend-körnig zusammengesetztes Mineral, das durch sein höheres specifisches Gewicht und die bedeutendere Härte schon im vorhinein seine Verwandtschaft mit den augitischen Substanzen ahnen liess, das aber durch seine beinahe schneeweisse Farbe,

welche zum Vorschein kam, wenn man das in geringer Menge beigemischte Kupferoxydcarbonat durch eine schwache kalte Säure entfernt hatte, meine Aufmerksamkeit auf sich zog. Dazu kam auch noch die eigenthümliche Art seines Vorkommens, über welches ich nach den Mittheilungen des Herrn Porth folgende Bemerkungen voranschicke.

Das Mineral findet sich in einem Lager körnigen Kalksteines, das, im Liegenden von Glimmerschiefer, im Hangenden von Quarzschiefer begrenzt, sich mit einem Streichen nach St. 20 von Franzensthal über Oberrochlitz nach Passeg zieht. Es bildet im Kalksteine Bänke von einigen Zoll bis zu 8 Fuss Dicke, welche sich aber in der Richtung des Streichens oft auskeilen, um in einiger Entfernung wieder zu beginnen, ohne jedoch ein bestimmtes Niveau einzuhalten. Es stellt daher eigentlich ein Aggregat paralleler grösserer und kleinerer linsenförmiger Massen dar, die mit Schichten chloritischer und talkiger Schiefer vielfach wechseln. Zuweilen ist die in Rede stehende Mineralsubstanz ziemlich rein und setzt selbstständig die genannten Lenticularmassen zusammen, oder sie ist innig mit Talkschiefermasse gemengt und dann mürbe und zerreiblich,oder sie findet sich in einzelnen Partien unmittelbar in dem körnigen Kalkstein eingewachsen. Nicht selten wird sie von Schnüren einer licht grau-grünen asbestartigen Substanz durchzogen.

Wie die durch den Oberrochlitzer Bergbau gewonnenen Aufschlüsse lehren, wird der eben beschriebene Schichtencomplex von einer sich in ihrer Mächtigkeit nicht gleichbleibenden gangförmigen Quarzmasse durchsetzt, welche grössere Partien von Buntkupfererz, Kupferkies, Kupferbraun, Malachit, silberreichem Fahlerz u. s. w. eingeschlossen enthält und daher die Hauptlagerstätte der Erze, die der Gegenstand des Bergbaues sind, darstellt. Von da verbreiten sich die Kupfererze auch in die Lagerpartien des in Rede stehenden Minerales, während die zwischenliegenden Schichten von körnigem Kalkstein und Talkschiefer fast ganz erzleer sind und nur hie und da schwache Malachitanflüge auf den Klüften zeigen.

Die augitische Substanz dagegen führt, abgesehen von den dünnen Lagen von Allophan, Kieselkupfer und Malachit, die der ganzen Masse nicht selten eine grünliche Färbung ertheilen, zahlreiche Mineralien eingesprengt. Dahin gehören insbesondere: Allophan, Malachit, selten Kupferlasur, Kupferbraun, Buntkupfererz, Kupferglanz

und Kupferkies, Bleiglanz, Schwefelkies, Zinkblende, sämmtlich nur derb, etwas Weissbleierz, das man auf Klüften auch in sehr kleinen, aber stark glänzenden, fast wasserklaren Kryställchen antrifft, und endlich noch weit seltener Pyromorphit. Die Klüfte werden bisweilen auch von dendritischen Zeichnungen von Eisen- und Manganoxydhydraten bedeckt oder sind mit einer Schichte einer gelblich- oder grünlich-braunen, sehr weichen, sich seifenartig anfühlenden, feinfaserigen Substanz (wohl Scheerer's Neolith) überzogen. Immer aber spielen hier die Kupfersulphurete eine weit untergeordnetere Rolle, als in dem Quarz.

Das Mineral selbst stellt eine ganz dichte, verschwindend-körnige Masse dar, die aber, unter dem Mikroskope betrachtet, eine deutliche krystallinische Structur zeigt. Sie ist zuweilen, besonders stellenweise, lichtgrün in verschiedener Intensität gefärbt, was aber, wie die Betrachtung unter der Loupe lehrt, nur von einer Beimengung von Allophan, Kieselkupfer und erdigem Malachit herrührt. Besonders auf den Klüften treten diese Substanzen deutlicher hervor; hat man jedoch das Mineral kurze Zeit mit verdünnter kalter Salzsäure digerirt, so erscheint dasselbe rein weiss. Auf diese Weise gereinigt, gab es als Mittel aus mehreren Wägungen des Pulvers ein specifisches Gewicht von 3·3976. Der Strich ist matt, weiss; die Härte zwischen 5·5 und 6·0. Das Mineral ist nur an dünnen Kanten sehr schwach durchscheinend.

In dünnen Splittern und in Pulverform vor dem Löthrohre erhitzt, schmilzt es ziemlich schwer und ruhig zu einem weissen emailartigen Glase. In Borax löst es sich leicht und unter schwachem Aufschäumen zu einem nach dem Erkalten durch Eisen schwach gelb gefärbten durchsichtigen Glase. Weit langsamer erhält man ein solches beim Zusammenschmelzen mit Phosphorsalz und es schwimmt dann darin die Kieselerde als weisses Skelet. Wenn man die Probe mit Kobaltsolution befeuchtet und erhitzt, so wird sie an den geschmolzenen Kanten nach dem Erkalten blassroth. Mit Soda und Salpeter auf dem Platinbleche erhitzt, bläht sie sich auf, ehe sie zusammenschmilzt, wobei eine blassgrüne Färbung hervortritt. Setzt man eine grössere Menge des gepulverten Minerales zu, so schmilzt das Ganze nur zur schlackigen Masse.

In erhitzter Salzsäure löst sich das Mineral unter Ausscheidung von Kieselgallerte leicht zur intensiv gelben Solution.

Die quantitative Analyse wurde von Herrn v. Payr im Laboratorium des Herrn Prof. Dr. Rochleder vorgenommen. Sie wies in 100 Gewichtstheilen nach:

Kieselerde	55·03
Kalkerde	20·72
Talkerde	15·71
Eisenoxydul	4·84
Manganoxydul	3·16
	99·46.

Es beträgt der Sauerstoffgehalt der Basen mithin fast genau die Hälfte vom Sauerstoffgehalte der Kieselerde, woraus sich die Formel $3RO+2SiO_3$, also die Augitformel ergibt, wobei $RO=CaO+MgO+FeO+MnO$ ist. Unser Mineral stellt sich daher als eine weisse Varietät des Malakolithes heraus, die in chemischer Beziehung ungemein mit einem von H. Rose analysirten Malakolithe von Fahlun in Schweden übereinkommt, welcher besteht aus:

Kieselerde	54·55
Kalkerde	20·21
Talkerde	15·25
Eisenoxydul	8·14
Manganoxydul	0·73
Thonerde	0·14.

Nur ist hier der Eisenoxydulgehalt ein grösserer; rechnet man aber Eisenoxydul und Manganoxydul zusammen, so erhält man auch hier 8·87, also beinahe gerade so viel, als bei der böhmischen Abänderung (8·0). Dieselbe zeichnet sich demnach besonders durch den grossen Mangangehalt (3·16) aus, der selbst noch etwas höher ist, als bei dem von Berzelius untersuchten rothbraunen, sehr eisenreichen Malakolith von Degerö in Finnland, welcher 3·0 pCt. Manganoxydul enthält. Auffallend ist endlich noch bei dem nicht unbedeutenden Eisenoxydulgehalte unseres Minerales die fast schneeweisse Farbe, welche dasselbe nach Entfernung der färbenden kupferhaltigen Substanzen darbietet. Es ist dies übrigens das erste Vorkommen der die Erzlager der nordischen krystallinischen Gesteine so sehr auszeichnenden Malakolithe, welches aus Böhmen bekannt wurde.

Unter sehr analogen Verhältnissen kommt ein ganz ähnliches Mineral, ebenfalls erzführend, bei Unterrochlitz vor. Nur ist es licht grau-grün oder grünlich-grau, oftmals mit feinkörnigem Kalk, Quarz

und Schwefelkies innig gemengt oder auch feinkörnige Zinkblende und Bleiglanz eingesprengt enthaltend. In einzelnen Klüften ist es in Krystallen angeschossen, die trotz ihrer sehr unregelmässigen Ausbildung doch die Augitform zweifellos erkennen lassen. Es ist daher ebenfalls Malakolith, aber mit einem bei weitem grösseren Eisengehalte.

IV. Über den Steinmannit von Přibram.

In der neuesten Zeit sind mehrfach Zweifel gegen die Selbstständigkeit des Steinmannites ausgesprochen worden und in seiner Übersicht der Resultate mineralogischer Forschungen im Jahre 1855, pag. 109, 110 hat Kenngott denselben geradezu für eine Abänderung des Bleiglanzes erklärt. Eine bestimmte Bestätigung oder Widerlegung dieser Ansicht konnte nur durch eine genaue chemische Analyse, die bekanntlich bisher noch fehlte, geliefert werden. Auf den von Prof. Zippe selbst mehrfach ausgesprochenen Wunsch veranstaltete ich eine solche, die durch Herrn Dr. Schwarz, damals Assistenten am chemischen Laboratorium des Herrn Prof. Dr. Rochleder, ausgeführt wurde. Das Mineral wurde mit grösster Sorgfalt den im hiesigen Museum aufbewahrten Originalexemplaren entnommen, war aber demungeachtet nicht rein, da es nach der Art des Vorkommens überhaupt unmöglich sein möchte, sich eine zur Analyse hinreichende Menge vollkommen reines Steinmannites zu verschaffen. Die Resultate der Analyse dürften aber trotzdem genügen, um einen Schluss über die Wesenheit des Steinmannites daraus ziehen zu können.

Die vorgenommene chemische Untersuchung lieferte:

Schwefel,	Antimon,
Arsen,	Zink,
Blei,	Eisen,

welche sich zu folgenden binären Verbindungen verknüpfen lassen, die zum Theile unter einander wieder zusammengesetztere Verbindungen eingegangen sein mögen, und zwar:

PbS	76·48
As_2S_3	9·25
SbS_3	0·77
ZnS	11·38
FeS	2·10
	99·98.

Eine andere Probe gab um 2·0 pCt. Blei weniger, fast kein Zink, beinahe kein Arsen, aber dagegen viel Antimon. In einer dritten Probe fand ich einen wenn auch geringen Silbergehalt. Es geht aus diesen Ergebnissen hervor, dass ausser dem Schwefelblei kein anderer Bestandtheil constant sei, die übrigen (Zinkblende, Eisenkies, Antimonglanz, Fahlerz u. s. w.) alle als zufällige Einmengungen zu betrachten seien. Der Steinmannit wird daher auch nur für einen gewöhnlich verunreinigten Bleiglanz erklärt werden können. Die Formen, in denen er auftritt, stimmen ganz mit denen des jüngern Bleiglanzes (Bleiglanz II) überein, dem er auch in Beziehung auf seine Bildungsepoche beizuzählen ist, wie ich dies schon in meiner Abhandlung über die paragenetischen Verhältnisse der Přibramer Gangmineralien ausführlicher dargethan habe. Dann erklärt sich auch der geringe und oftmals ganz fehlende Silbergehalt sehr ungezwungen.

Über silurische Schalsteine und das Eisenerzlager von Auval bei Prag.

Von dem w. M. **Prof. Dr. August Reuss.**

(Vorgelegt in der Sitzung vom 25. Juni 1857.)

Die Zahl der bisher bekannt gewordenen Eisenerz-Ablagerungen im Gebiete der Silurformation Central-Böhmens ist schon so gross, dass die Entdeckung eines neuen solchen Lagers keine besondere Bedeutung haben kann. Wenn ich mir es trotzdem erlaube, einen Fund dieser Art, der vor nicht sehr langer Zeit bei Auval unweit Prag gemacht wurde, zum Gegenstande der vorliegenden kleinen Abhandlung zu machen, so bewogen mich besondere Gründe dazu.

Abgesehen von der industriellen Bedeutung, die dieses Eisenerzlager durch seinen Reichthum guter Erze und durch die günstigen Verhältnisse, die demselben aus der Lage unmittelbar an einer Eisenbahn und einer Hauptpoststrasse erwachsen müssen, wohl erlangen dürfte, bietet es noch ein specielles wissenschaftliches Interesse dar.

Unter den Gesteinschichten, die dasselbe zunächst einschliessen, gelang es mir, eine Felsart aufzufinden, die bisher noch nirgend im Bereiche silurischer Gebilde gefunden worden war, und die man für ein ausschliessliches Eigenthum der devonischen Formation ansehen zu müssen glaubte. Ich meine die Schalsteine, die ich unter den silurischen Gebilden bisher nirgend erwähnt finde, während sie in den Devonschichten Nassaus, mancher Gegenden Westphalens, des Harzes und von Devonshire eine bedeutende Rolle spielen. Unsere Gesteine kommen mit den Nassau'schen Schalsteinen in so hohem Grade überein, dass eine Unterscheidung derselben bisweilen fast unmöglich wird.

Überdies erregt das Eisenerzlager selbst durch die es zusammensetzenden Gebilde, durch die Art ihrer Verbindung mit einander und durch sein Verhalten zu dem Nebengesteine ein nicht geringes

Interesse, indem es uns manchen tiefen Blick in die Geschichte seiner Entstehung und der Umbildungen, die es im Laufe der Zeit erlitten haben mag, gestattet. Überall spricht sich eine merkwürdige Analogie mit den ebenfalls von Schalsteinen begleiteten Eisenerzlagern Nassaus aus. Es wird dies aus der nachstehenden Schilderung der geognostischen Verhältnisse zur Genüge hervorgehen.

Auval liegt am östlichen Ende des böhmischen Silurgebietes, nicht weit von dessen Grenzen entfernt, in einer Ausbuchtung, die am weitesten gegen Osten vorspringt. Südwärts endet die Silurformation bei Škworec, Přišimas und Limus, indem sie dort am Granit abschneidet, der, den nördlichsten Ausläufer der Granitmassen Central-Böhmens bildend, ziemlich steil aus dem Auvaler Becken emporsteigt. Ostwärts verbirgt sie sich schon bei Tuklad unter dem Rothliegenden und eben so verschwindet sie schon in geringer Entfernung nordwärts unter den Kreidegebilden, die schon im Fiederholze bei Auval und von da längs einer über Horuschan, Wischerowitz u. s. w. verlaufenden Linie auftreten. Die tiefsten Schichten der Kreideformation, graue Schieferthone mit Nestern und schwachen Flötzen einer wenig brauchbaren Kohle, sind in dieser Gegend und neuerlichst selbst im Fiederholze — noch südlich von dem dortigen Jägerhause — durch viele vergebliche Schürfe aufgeschlossen worden.

Die silurischen Schichten streichen sehr regelmässig, der Längsausdehnung des ganzen Beckens folgend, beinahe von Ost nach West (zwischen h. 5 — 6); doch weicht die Streichungslinie zuweilen etwas nach Süden oder nach Norden ab. Viel veränderlicher ist das Fallen der Schichten. Nördlich von dem unmittelbar bei Auval westwärts ziehenden Rücken *„na kopcich"*, über welchen die Prager Poststrasse führt, so wie an dem Nordabhange des Rückens selbst senken sich die Schichten steil — von 45°—70° — fast gegen Norden; an der Südseite des Hügels aber herrscht die entgegengesetzte Fallrichtung unter einem viel kleineren und mitunter selbst flachen Winkel. Es fallen dort überall die Schichten dem Granite zu, dessen Grenze überhaupt einen Einfluss auf das Streichen der anstossenden Silurgebilde zu nehmen scheint.

In der Antiklinallinie liegt gerade die weiter unten zu beschreibende Schalsteinmasse. Ob und von welchem Einflusse dieselbe auf die Schichtenstellung gewesen sei, will ich nicht entscheiden: doch kehren solche und mitunter viel gewaltigere und weit fortsetzende

Faltungen noch vielfach im Bereiche der böhmischen Silurformation wieder. Gewöhnlich sind sie an die mächtigeren Quarzitzonen gebunden.

Die die Umgegend von Auval zunächst bedeckenden Schichten gehören der Quarzitetage — der Etage D. Barrande's — an. Es geht dies deutlich aus den petrographischen Charakteren der Gesteine und aus den, wenn auch selten, darin gefundenen Petrefacten hervor. Die Schichten, welche der Granitgrenze zunächst liegen — zwischen dieser und dem vorerwähnten Hügelrücken „*na kopcich*" — dürften sogar einer noch tieferen Schichtengruppe, den azoischen Schiefern beizuzählen sein, welche hier — am Rande des Silurbeckens — nur spärlich entwickelt erscheinen, während sie im westlichen Theile zu sehr grosser Mächtigkeit anschwellen. Sie bestehen durchaus aus Grauwacken und Grauwackenschiefern, in denen noch nie eine Spur von Petrefacten gefunden worden ist. Erstere stehen schon am Südabhange des Hügels „*na kopcich*" nicht weit unterhalb des Gipfels an und sind in einem Steinbruche entblösst. Die meist nicht sehr dicken, stark zerklüfteten Bänke fallen unter einem Winkel von nur 15° h. 7—8. Das Gestein ist licht grau-grün, sehr feinkörnig und reich an winzigen, mitunter aber auch grösseren Bröckchen von Grauwackenschiefer, sämmtlich in paralleler Richtung gelagert und dadurch eine Andeutung schiefriger Structur hervorbringend. Kleine, mit rostgelbem Eisenocher erfüllte Höhlungen sind darin sehr häufig.

Weiter südwärts werden die Grauwacken noch feinkörniger und am Ende des Thiergartens jenseits des Baches stehen compacte graue Grauwackenschiefer an, mit beinahe gleichem Falle. Wendet man sich von da nach Auval zurück, so wird man stets von solchen Schiefern, die dort die tiefsten Schichten des Silursystems zusammensetzen, begleitet. An dem Abflusse des ehemaligen Teiches unweit der Eisenbahn sieht man sie mit 35° h. 4—5 fallen. Die Klüfte sind fast durchgehends durch Rotheisenocher gefärbt. Das Gestein selbst ist compact, sehr ebenschiefrig, röthlich-grau und blass grau-grün bandförmig gestreift. Die Streifung spricht sich schon auf den Kluftflächen durch eine parallele Reifung aus. Ganz ähnliche Schiefer stehen an dem Abhange hinter der Auvaler Mühle an.

Die der Quarzitetage selbst unzweifelhaft angehörenden Schichten in der Umgegend von Auval zeigen eine grosse Mannigfaltigkeit.

Ich will sie in Kürze beschreiben und nur bei den interessanteren etwas verweilen. Die tiefste Stelle zunächst über der vorerwähnten Grauwacke nimmt Quarzit ein, den man unmittelbar am Kamme des Hügels zu beiden Seiten der Poststrasse anstehend und, wie gewöhnlich, durch zahlreiche Schotterbrüche aufgewühlt findet. Seine sehr regelmässigen Schichten senken sich unter 45° h. 23. Er ist sehr feinkörnig, mitunter eine dichte fast homogene Quarzmasse, gelblich-, graulich-, oder stellenweise auch röthlich-weiss. Manche seiner Schichten sind so zerklüftet, dass es beinahe unmöglich wird, ein zusammenhängendes Stück von einigen Zoll Grösse herauszuschlagen. Sämmtliche Klüfte sind mit einer dünnen Rinde von sehr feintraubigem Psilomelan und Pyrolusit und von gelb-braunem Eisenocher überkleidet, welcher durch die Form sehr kleiner Rhomboeder, die er darbietet, seine Entstehung aus Eisenspath zu erkennen gibt. Das ganze Gestein erhält dadurch eine tiefbraune oder selbst schwarze Färbung.

Es lassen sich diese Quarzite in der Richtung des Streichens weiter ostwärts verfolgen und es scheint in dieser Richtung ihre Mächtigkeit zuzunehmen. Man sieht dieselben in Nord-Ost von Auval auf dem dort sich erhebenden Hügel — *vinice* — theils in klippigen Felsmassen emporragen, theils in mehreren ärarischen Schotterbrüchen entblösst. Er ist sehr deutlich geschichtet, undeutlich schiefrig, theils isabellgelb, theils röthlich, theils graulich-weiss, theils roth gefleckt, bald dicht, bald mehr porös und von rostgelbem Eisenocher durchzogen, und von weissen Quarzadern in der Richtung der Schichten durchschwärmt. Auch hier sind die Klüfte mit einem stellenweise dicken Überzuge von rothem und gelbem Eisenocher und von unvollkommen metallisch glänzendem bläulich-schwarzem Manganoxydhydrat versehen.

Auf die Quarzite folgen nun Schiefer von verschiedener Beschaffenheit, meist mit etwas undeutlicher Schiefertextur, bald asch- und grünlich-grau, mit braunrothen Flecken und Adern, besonders da, wo sie von feinen Klüften durchzogen werden, mitunter stark zerklüftet und auf den Klüften mit rothem Eisenocher bedeckt, bald weinhefenfarbig, chokoladebraun oder braunroth gefärbt durch einen bedeutenden Eisengehalt. Manche derselben bieten auf Kluftspalten dicke Überzüge gelbbraunen Eisenochers dar. Mit bewaffnetem Auge entdeckt man in allen diesen Schichten eine zahllose Menge zarter

Glimmerschüppchen; ja mitunter sind dieselben auch schon mit freiem Auge zu erkennen.

In diese Schiefer sind nun die Schalsteine eingebettet, in welche ein allmählicher Übergang stattfindet, indem in den Schiefern, welche zugleich eine grössere Consistenz und Härte annehmen, sich Nüsse von Speckstein, Kalkspath und dgl. einstellen. Sie bilden eine Zone von sehr wechselnder Mächtigkeit. Es beträgt dieselbe an der Stelle an welcher sie zuerst durch einen Schurf entblösst wurden, wohl 20—24 Klafter, weiter ostwärts aber unweit des ersten Fundschachtes dürfte sie bis zu 50—60 Klafter anwachsen. In der Richtung des Streichens möchte sich die Lagermasse kaum sehr weit erstrecken. Wenigstens vermag man sie an der Oberfläche nicht in grosser Ausdehnung zu verfolgen. Die Schichten fallen steil unter 70—75° Stunde 5.

Bei aller Verschiedenheit, welche die Schalsteine darbieten, lassen sich doch hauptsächlich zwei Typen unterscheiden. Dem ersteren gehören graulich-rothe, braun-rothe oder meistens chokoladebraune Schiefer an mit meist nicht sehr vollkommener Schiefertextur, deren Grundmasse dem bewaffneten Auge eine grosse Menge winziger Glimmerschüppchen darbietet, stets aber einen grossen Eisengehalt besitzt und stellenweise auch mit Kalkcarbonat imprägnirt ist. Sie ähnelt vollkommen den vorerwähnten rothbraunen Schiefern, in welche die schiefrigen Schalsteine auch unmerklich verfliessen.

In diese schiefrige Grundmasse sind nun zahlreiche Mandeln einer ölgrünen oder grünlichgrauen, durchscheinenden, weichen, sich fettig anfühlenden, specksteinartigen Masse, die wohl am meisten mit dem Neolithe Scheerer's übereinstimmt, eingebettet, bald scharf aus der Umgegend hervortretend, bald wieder unmerklich in dieselbe übergehend. Ihre Grösse wechselt von der eines Mohnsamens bis zu jener einer Bohne. Sie sind gewöhnlich in der Richtung des Streichens in die Länge gezogen und bewirken dadurch sowohl, als auch durch ihre mehr weniger lineare Anordnung eine Andeutung von Linearparallelismus. Neben ihnen liegen in dem Schiefergesteine mehr vereinzelte Nüsse gelblichen oder graulich-weissen Kalkspathes, jede aus einem einzigen vollkommen theilbaren Individuum bestehend. Mitunter sind sie mit einer dünnen Schichte gelben Eisenochers überzogen.

Der Calcit durchzieht das Gestein aber auch noch bisweilen in Schnüren und Adern von verschiedener, aber nicht beträchtlicher

Dicke, oder liegt in grösseren unregelmässigen Partien darin eingebettet. Ebenso sind Quarzadern keine gar seltene Erscheinung. Gewöhnlich ist der Quarz graulich-weiss, etwas fettglänzend und mit Partien ocherigen Brauneisensteines, der wahrscheinlich durch Umwandlung von Eisenspath entstanden sein mag, innig verwachsen.

Endlich begegnet man in den beschriebenen Schalsteinschiefern noch ziemlich häufig einem olivengrünen oder grau-grünen weichen Minerale, das bei etwas stärkerer Vergrösserung aus äusserst zarten durchscheinenden Schüppchen von unbestimmter Form zusammengesetzt erscheint und seinem chemischen Verhalten nach mit dem von Fr. Sandberger in den Nassau'schen Rotheisensteinlagern nachgewiesenen Aphrosiderite übereinkommen dürfte.

Aus den eben geschilderten Schalsteinschiefern bilden sich allmählich Gesteine von einem andern Typus hervor, die mit den mandelsteinartigen Schalsteinen Nassaus und Westphalens die grösste Ähnlichkeit haben. Sie sind sehr undeutlich schiefrig, meistens massig, röthlich- oder gelblich-grau, am häufigsten jedoch grünlich-grau gefärbt und enthalten deutliche Brocken der vorerwähnten Schiefer eingeschlossen. Ihre Masse ist härter als jene der Schiefer und ganz von Kalkcarbonat durchdrungen, braust daher lebhaft mit Säuren und zeigt unter der Loupe eine Menge mehr weniger feiner Blättchen einer grau-grünen chloritischen Substanz eingemengt, die ihr auch die grünliche Färbung ertheilt. In dieser Grundmasse liegen zahlreiche, meist nicht sehr grosse Mandeln verschiedener Mineralsubstanzen eingestreut, die den mandelsteinartigen Habitus des Gesteines bedingen. Am seltensten bestehen sie aus dem grünen Speckstein, der in den Schalsteinschiefern so häufig erscheint und immer mehr zurücktritt, je mehr die Schieferstructur des Gesteines verschwindet. Seine Stelle nimmt grüner Chlorit ein, mitunter so deutlich blättrig, dass man die einzelnen Blättchen sehr wohl mit freiem Auge unterscheiden kann. Häufig sind auch Mandeln von Kalkspath, der zuweilen einen bedeutenden Eisengehalt und eine rothbraune Farbe besitzt. Auch an grösseren Calcitpartien, selbst von Faustgrösse, meist graulich-weiss gefärbt, fehlt es nicht. Endlich umschliessen manche, besonders die grünlich gefärbten Abänderungen des Gesteines noch viele, höchstens erbsengrosse, meistens fast regelmässig runde Mandeln eines grau-weissen, fettig-glänzenden Quarzes. Andere Mineralsubstanzen konnte ich bisher in den Schal-

steinen nicht auffinden. An Blöcken, die längere Zeit den Atmosphärilien ausgesetzt waren, sind die Calcitmandeln entweder ganz verschwunden und haben nur leere Höhlungen hinterlassen oder dieselben sind nur theilweise mit porösem gelbbraunem Eisenocher erfüllt.

Die eben beschriebenen Gesteine nehmen ein um so grösseres Interesse in Anspruch, als sie mit manchen schieferigen und mandelsteinartigen Schalsteinen Nassaus und anderer Länder eine so grosse Ähnlichkeit besitzen, dass sie sehr leicht damit verwechselt werden können. Die mehr massigen Abänderungen gehen allmählich in die mit dem Namen „Variolit" oder Kalkdiabas belegte Felsart über. Bei aller dieser Verwandtschaft unterscheiden sie sich doch wieder in anderen Beziehungen davon. Die dioritischen Varietäten des Schalsteines — die Schalsteinporphyre v. Dechen's — fehlen der böhmischen Silurformation, so wie ich überhaupt bisher keine Körner oder Krystalle von Feldspath in unseren Schalsteinen nachweisen konnte. Auch stehen diese weder mit Kalksteinlagern, noch mit wahren Grünsteinen — Diabasen — die in der silurischen Quarzitetage vergeblich gesucht werden, in Verbindung, wie dies doch bei den devonischen Schalsteinen constant der Fall ist. Dagegen treten sie hier wie dort in inniger Verbindung mit Rotheisensteinlagern auf und zwar stets im Liegenden derselben.

Die geognostischen Verhältnisse, unter denen sie vorkommen, die mit den einschliessenden Schiefern vollkommen conforme Lagerung, die deutliche Schichtung und der unmerkliche Übergang in die nachbarlichen Schiefer schliessen jede Idee an eine plutonische Entstehungsweise der Schalsteine aus, wenn es bisher auch nicht gelungen ist, Versteinerungen darin zu entdecken. Es kann dies um so weniger in Anschlag gebracht werden, als dieselben auch den Schiefern selbst gänzlich zu fehlen scheinen. Wenigstens hat bisher keine Spur davon sich darin gezeigt. Ebenso wenig würde die von manchen Seiten für die Schalsteine anderer Länder geltend gemachte Ansicht, dass dieselben Tuffe seien, zu deren Bildung plutonische und neptunische Kräfte vereint wirkten, hier in Anwendung kommen können, da in der ganzen Umgebung jede Spur plutonischer Gesteinsmassen und Vorgänge fehlt. Die gerade in die Streichungslinie der Schalsteine fallende Schichtenfaltung kann hier nicht etwa als ein Beweis angeführt werden, da dergleichen Faltungen in weit grösserem Massstabe, stets

dem Streichen der Schichten folgend, fast alle grösseren silurischen Quarzitmassen zu begleiten pflegen. In welcher Beziehung übrigens die Quarzite zu diesem antiklinalen Schichtenbaue stehen, näher zu erörtern, ist hier nicht der Ort. Alle Erscheinungen sprechen deutlich dafür, dass unsere Schalsteine metamorphischen Ursprunges seien und zwar dass sie aus den Schiefern selbst, zwischen welche sie eingebettet sind und in welche sie allmählich verfliessen, hervorgegangen sein möchten. Freilich darf ich es nicht unternehmen, eine Darlegung der complicirten chemischen Vorgänge, durch welche die successive Umbildung, die reiche Entwickelung von Speckstein und später von chloritischer oder talkartiger Substanz u. s. w. bewirkt wurde, auch nur zu versuchen. Ebenso wenig ist es für jetzt möglich, die Quelle anzugeben, welcher die Menge des Kalkcarbonates, das offenbar erst später in die sich umbildenden Gesteine im gelösten Zustande eingeführt wurde, entnommen ist. Kalksteine, deren Gegenwart diese Erklärung bei den Schalsteinen anderer Länder so sehr erleichtert, sind wenigstens bei Auval gar nicht vorhanden.

Um alle diese räthselhaften Vorgänge auch nur theilweise aufzuhellen, würde eine grössere Anzahl genauer quantitativer chemischer Analysen erforderlich sein, die aber bisher nicht zu Gebote stehen. Übrigens muss ich hier gleich noch bemerken, dass die beschriebenen Schalsteine sich wohl nicht auf die Umgegend von Auval zu beschränken, sondern nach mir vorliegenden vereinzelten Probestücken auch an anderen Punkten des böhmischen Silurgebietes in Begleitung von Eisenerzlagern vorzukommen scheinen.

Das Hangende der Schalsteine bilden, wie schon früher erwähnt wurde, wieder Schiefer, ganz analog jenen, die im Liegenden auftreten, und meist von braunrother oder doch roth gefleckter Farbe. Sie schliessen ein Lager von dichtem Rotheisenstein ein, in welchen sie allmählich übergehen und der wohl auch nur aus einer Umbildung des Schiefers hervorgegangen sein mag. Dasselbe wurde an einer Stelle in der Mächtigkeit von 2′ durch einen Schurf entblösst. Ob es sich in der Richtung des Streichens weit ausdehne, oder ob es vielleicht mit dem im Hangenden befindlichen, viel mächtigeren Eisenerzlager sich vereinige, können erst fernere Untersuchungen lehren. Der Gehalt an Eisenoxyd nimmt in den Schiefern immer mehr zu, bis man endlich einen schiefrigen, dichten Rotheisenstein vor sich hat, in welchem compacte Schichten mit lockerern ocherigen wechseln.

Hie und da findet man in dem Gesteine auch braunen Eisenocher eingemengt oder Spalten damit erfüllt. Stellenweise wird es von Quarzadern durchzogen, welche in kleinen Höhlungen traubig gehäufte winzige Rhomboeder darbieten, die ursprünglich wohl Eisenspath waren, nun aber bald in Rotheisenstein, bald in Limonit umgewandelt sind. Dieselbe Pseudomorphose beobachtet man auch an derben, mit dem Quarze verwachsenen Partien. Stellenweise findet man endlich in dem dichten Rotheisensteine zahlreiche, meist sehr kleine Würfel eingewachsen, die ebenfalls aus Hämatit bestehen, ursprünglich aber ohne Zweifel dem Pyrit angehörten.

Im Hangenden dieses wenig mächtigen Eisensteinflötzes erscheinen wieder die schon mehrfach erwähnten rothbraunen eisenschüssigen Schiefer, die an der untersuchten Stelle, ohne eine wesentliche Änderung zu erleiden, eine Mächtigkeit von beinahe 7 Klaftern erreichen.

Dem nun in der Reihe der Schichten folgenden Eisenerzlager zunächst sind sie mehr weniger weisslich, blassröthlich oder gelblich oder von rothen Streifen und Flecken durchzogen. Sonst ähneln sie, mit Ausnahme der mandelförmigen Einschlüsse, vollkommen den vorher geschilderten Schalsteinschiefern und werden auch von Adern von Aphrosiderit durchsetzt oder enthalten unregelmässige Partien desselben eingeschlossen.

Das Eisenerzlager, welches den Gegenstand des begonnenen Bergbaues bildet, hat auf der Höhe des Hügels „*na kopcich*,“ wo es zuerst entblösst und durch Abraumarbeit ganz offen gelegt wurde, eine Gesammtmächtigkeit von beinahe 20′ und ist bis jetzt in der Richtung des Streichens auf eine Erstreckung von mehr als 160 Klaftern verfolgt worden, ohne dass man noch sein Ende erreicht hätte. In diesem Verlaufe erfährt es jedoch manche Änderungen in seiner Mächtigkeit, indem es sich stellenweise zusammenzieht, um sich bald darauf wieder zu grösserer Mächtigkeit aufzuthun. Ebenso zeigt es von der deutlich nachweisbaren Streichungslinie h. 5 verschiedene kleine Abweichungen, indem sein Verlauf, so wie jener der zunächst angrenzenden Schiefer im Kleinen manchen Krümmungen unterworfen ist. Auch scheint es ostwärts vom Gipfel des Hügels, wo es zunächst unter der Oberfläche liegt, sich mehr in die Tiefe zu senken, indem es dort durch mehrere Schürfe erst in der Tiefe von 6—7 Klaftern angefahren wurde. Das Fallen ist im Allgemeinen beinahe nord-

wärts (St. 23) gerichtet, unter einem durchgehends steilen, aber sehr veränderlichen Winkel von 45—60°; die Erzniederlage folgt also ganz conform dem Fallen der nachbarlichen Schichten und stellt sich als ein wahres Lager heraus.

Obwohl dasselbe ein zusammenhängendes Ganze darstellt, lässt es sich doch ungezwungen in mehrere Zonen, die freilich nicht scharf geschieden sind, trennen. Die äussere Grenze bildet beiderseits eine in der Breite sehr veränderliche Zone von derbem Rotheisenstein, der in der Beschaffenheit mit dem schon früher beschriebenen übereinkommt. Dichte Partien wechseln mit ocherigen, und oft ist die schiefrige Structur sehr deutlich ausgesprochen; häufig wird er auch porös und es stellen sich hin und wieder kleine, sehr unregelmässige Höhlungen ein, die mit einer zerfressenen, gewöhnlich ocherigen Hämatitmasse theilweise erfüllt sind. Selten sind sie mit kleinen tafelförmigen Eisenglanzkryställchen überkleidet, oder es finden sich einzelne krystallinische kleinblätterige Partien auch in dem dichten Rotheisenstein eingewachsen. Hie und da zeigen die zerfressenen Partien an der Oberfläche stärkeren halbmetallischen Glanz und bläulich-schwarze Farbe, die durch einen sehr dünnen Überzug von Manganschaum und Psilomelan bedingt werden. Die grösseren derben Rotheisensteinmassen bergen im Innern sehr oft einen festen Kern von schwarzem, dichtem Magnetit, der nicht selten auch ganz regellos mit dem Hämatit gemengt ist. Oder es vertritt die Stelle des Magnetites ein Eisenerz mit ebenfalls schwarzem Strich, aber weniger magnetisch und mit einem Wassergehalt, das sich aber von den anderen Erzen nicht scharf genug trennen liess, um eine genauere Untersuchung zu gestatten. Es scheint sich dem Chamoisit zu nähern. An anderen Stellen findet eine deutliche Mengung mit Brauneisenstein Statt, wie der mehr in das Braune ziehende Strich darthut, ja stellenweise ist ocheriger Limonit klar zu erkennen.

Auf diese Hämatitzone folgt nun nach innen auf beiden Seiten ein 6—12″ mächtiges Zwischenmittel eines festen und schweren graulich-schwarzen oder dunkel grünlich-grauen, undeutlich schieferigen Gesteines, das seine Schwere offenbar der Imprägnation mit dem vorerwähnten schwarzen Eisenerze verdankt, unter der Loupe zahlreiche sehr feine Glimmerschüppchen wahrnehmen lässt und hin und wieder von feinen Schnüren körnig-krystallinischen Siderites durchzogen wird.

Den bei weitem grössten Theil des Lagers bildet aber eine centrale Zone, die in einigen Merkmalen von den Seitenzonen abweicht. Zuerst fällt das Vorherrschen des Eisenoxydul-Oxydes auf, welches bald als wahrer Magnetit, bald als das vorerwähnte Hydrat entweder für sich grössere Massen zusammensetzt, oder mit Rotheisenstein ein unregelmässiges, oftmals sehr inniges Gemenge eingeht. Poröse, zerfressene Partien enthalten auch hier wieder Limonit in mehr weniger reinem Zustande, oder sind mit Brauneisenocher erfüllt. Auch die früher berührten Manganerze fehlen in dünnen Überzügen nicht, ebenso wie sehr kleine Drusen dünner Eisenglanztäfelchen.

Ein zweiter hervorstechender Charakterzug liegt in der bedeutenden Entwickelung von Quarz, der bald das ganze Gestein in wechselnder Menge durchzieht, bald in grösseren oder kleineren unregelmässigen Partien inneliegt, bald auch die Erzmasse in mehr weniger dicken Adern und Streifen durchsetzt.

Die letzteren werden zuweilen von körnigem Spatheisenstein begleitet, welcher hin und wieder auch allein feine Adern zusammensetzt. Nicht selten aber ist er schon in Eisenoxydhydrat umgewandelt.

Neben dem Quarze sind in den Eisenerzen, besonders im Eisenoxyduloxyde, noch einige andere Mineralspecies, deren Auftreten zum Theile nicht ohne Interesse und Bedeutung ist, eingewachsen. Vor Allen verdient hier der Anthracit erwähnt zu werden, der bald nur in einzelnen stark pechglänzenden, schwarzen, spröden Körnern von kleinmuscheligem Bruche, bald auch in bis zollgrossen, ziemlich kleinkörnig zusammengesetzten Partien inneliegt. Vorzüglich scheint er die Nähe des Quarzes zu lieben, da man ihn am häufigsten in dessen Nachbarschaft zusammengedrängt findet. Von ihm ist der nicht unbedeutende Kohlenstoffgehalt abzuleiten, den die chemischen Analysen der Auvaler Eisenerze nachgewiesen haben. Er dürfte bei der Zugutemachung derselben nicht ohne wohlthätigen Einfluss bleiben, vielmehr würde er die Reduction wesentlich befördern.

Ferner beobachtet man, in den Eisenminern eingewachsen, unregelmässige Partien desselben graugrünen, sehr feinschuppigen Aphrosiderites, dem man hin und wieder in den Schalsteinschiefern und in den das Eisenerzlager zunächst einschliessenden Grauwackenschiefern begegnet. Auch er pflegt am häufigsten in der Gesellschaft des Quarzes aufzutreten.

In den derben, reinsten, quarzfreien Massen der schwarzen Eisenerze findet man nicht selten auch kleine Partien körnigen Kalkspathes und Eisenspathes, zuweilen durch Eisenoxyd roth gefärbt. Die quarzreichen Stellen der Lagermasse dagegen enthalten, wiewohl nur höchst selten Pyrit, in kleinen gestreiften Hexaëdern oder eben solchen derben Partikeln, theils noch frisch, theils ganz oder theilweise in Eisenoxydhydrat oder in rothes Eisenoxyd umgewandelt.

Ich füge hier noch die Resultate zweier von Herrn Dr. Schwarz im Laboratorium meines verehrten Freundes Herrn Prof. Dr. Rochleder ausgeführter Analysen an. Eine Probe des Hämatites gab

Eisenoxyd	85·83
Kohlenstoff	6·30
In Salzsäure unlösliche, unverbrennliche Substanzen, besonders Kieselerde	7·87
	100·00.

In dem Magnetite dagegen wurde gefunden:

Eisenoxyduloxyd	89·89
In Salzsäure unlösliche und zwar:	
flüchtige Substanzen (Kohlenstoff)	4·62
unverbrennliche Substanzen (Kieselerde etc.)	5·49
	100·00.

Eine genauere Untersuchung des ganzen eben geschilderten Eisenerzlagers führt in Betreff der Entstehung desselben zu ähnlichen Resultaten, wie ich schon in Beziehung auf die im Liegenden befindlichen Rotheisensteine ausgesprochen habe. Es scheint dasselbe ebenfalls einer allmählichen Umbildung der Grauwackenschiefer seinen Ursprung zu verdanken. Wenigstens in Bezug auf die äusseren, zumeist aus Rotheisenstein bestehenden Zonen lässt sich dies mit grosser Wahrscheinlichkeit schliessen. Nicht nur dass man stellenweise einen allmählichen ununterbrochenen Übergang von den Schiefern bis in den Hämatit verfolgen kann, lässt dieser auch noch eine deutliche Schieferstructur wahrnehmen und zerfällt, conform dem Schiefer, in parallele Platten. Nicht selten kann man an diesen von aussen nach innen denselben Fortschritt in der Entwickelung nachweisen, wie in dem ganzen Lager selbst. Die äusseren Schichten lassen die Schiefersubstanz, wenn auch mehr weniger mit Eisenoxyd imprägnirt, noch deutlich unterscheiden. Weiter nach innen nimmt

der Eisengehalt immer mehr zu, während die Schiefersubstanz in gleichem Masse verschwindet und ebenso rasch die Schieferstructur sich verwischt. Das Innere endlich besteht aus dichtem Rotheisenstein oder aus einem Gemenge desselben mit Eisenoxyduloxyd; oder es ist die Masse im Innern porös und zerfressen, theilweise mit ochrigem Limonit erfüllt oder auch mit einem dünnen Manganüberzuge versehen. Ebenso finden wir die Mitte des ganzen Lagers aus dichtem Magnetit oder aus einem Gemenge desselben mit Hämatit, beide mehr weniger von Quarz durchdrungen und durchzogen, zusammengesetzt, ohne jede Spur einer schieferigen Structur.

So wie sich der Rotheisenstein aus dem Schiefer hervorgebildet zu haben scheint, eben so dürfte der Magnetit aus dem Hämatit hervorgegangen sein durch einen Desoxydationsprocess, bei welchem vielleicht organische Substanzen, als deren Residuum man wohl den in den Erzen eingewachsenen Anthracit betrachten darf, eine nicht unwichtige Rolle gespielt haben möchten. Desshalb finden wir den Magnetit auch hauptsächlich im Innern des Lagers — in einer Lage, die einem solchen Reductionsprocesse am günstigsten war —, während dasselbe in den peripherischen Theilen meistens unveränderten Rotheisenstein aufzuweisen hat.

Der gewöhnlich ocherige Brauneisenstein ist offenbar das jüngste Glied in der Reihe der Eisenerze und ist entweder aus schon früher abgesetztem Eisenspath entstanden, wie wir denn auch wirklich noch unveränderte Partien desselben hin und wieder in dem Gesteine antreffen, oder er ist unmittelbar als solcher aus einer der Zersetzung unterlegenen Lösung von Eisenoxydulcarbonat niedergeschlagen worden, und findet sich daher meistens in ocheriger Form an den porösen und zerfressenen Stellen des Eisenerzlagers.

Durch andere chemische Processe scheint unter gleichzeitiger Einwirkung von Kiesel- und Thonerde der Aphrosiderit gebildet worden zu sein. Dass der Calcit ebenfalls der jüngsten Bildungsperiode angehöre, lässt sich schon im vorhinein vermuthen.

Das ganze Eisenerzlager zeigt in Beziehung auf seine geognostischen Verhältnisse eine grosse Analogie mit manchen Eisenerzlagern in Westphalen und Nassau, welche ebenfalls Schalstein im Liegenden haben, grösstentheils aus Rotheisenstein bestehen und überdies auch Aphrosiderit und Anthracit führen. Da sie selbst Petrefacten umschliessen, so dürfte es endlich kaum zweifelhaft

sein, dass sie auf ähnliche Weise durch Umbildung anderer Felsgesteine entstanden sein mögen. —

Das Hangende des Auvaler Eisenerzlagers bilden wieder Grauwackenschiefer, die an vielen Stellen entblösst sind. In der Nähe der Eisenerze sind sie mehr weniger roth gefärbt, je nach der verschiedenen Menge des Eisenoxydes, mit welchem sie imprägnirt sind, bald braunroth, bald wieder nur lichtweinhefenfarbig, bald grau gefleckt und zuweilen nur längs der sie durchsetzenden Klüfte die Eisenfärbung darbietend. Schiefer von dieser Beschaffenheit sind auch auf der das Auvaler Thal nordwärts begrenzenden Höhe — auf dem Weinberge — durch einen Schurf entblösst. In weiterer Entfernung von den Eisenerzen werden sie mehr weniger einförmig grau. Zunächst dem Jägerhause an der Prager Poststrasse in Westen von Auval liegen darin zahlreiche rundliche Concretionen von verschiedener Grösse eingebettet, welche aus einem sehr festen, beinahe dichten, dunkelgrauen, mitunter fast schwarzen Quarzite bestehen. Sie umschliessen oft zahlreiche Versteinerungen, wenn auch meist nur als schlecht erhaltene Steinkerne, die gewöhnlich mit einer dünnen Lage braungelben Eisenochers überzogen sind. Von grösseren Thierspecies sind immer nur Trümmer vorhanden; bisher erkannte ich in diesen Kugeln: *Dalmanites atavus*, Barr., *Ogygia desiderata* Barr., *Calymene Arago* Rouault., *Illaenus Katzeri* Barr., *Placoparia Zippei* Barr., *Cytherina prunella* Barr., unbestimmbare Trümmer von *Orthoceras*, *Pugiunculus striatulus* Barr., *Bellerophon nitidus* Barr., *Nucula bohemica* Barr. und *Orthis modesta* Barr., also durchgängig Species, welche sich auch in den Quarzitkugeln der Umgegend von Rokitzan wiederfinden. (Barrande im Jahrbuch der k. k. geol. Reichsanstalt 1856, p. 355 ff.) Es gehören daher die das Auvaler Eisenerzlager zunächst bedeckenden Schichten offenbar der Quarzitetage, und zwar der Basis derselben (Barrande's *D, d.*) an. Eine umfassendere Ausbeutung der nur wenig aufgeschlossenen Örtlichkeit wird die weitere Bestätigung dieser Gleichstellung bringen.

Manche der Schieferschichten sind mit Eisenoxydhydrat imprägnirt und haben dadurch eine gelbbraune oder licht holzbraune Färbung angenommen. Mitunter ist die Imprägnation eine so reichliche, dass das Gestein zu einem compacten thonigen Brauneisenstein wird, in welchem man noch die zahlreichen Glimmerschüppchen des Schiefers zu erkennen vermag. Auf diese Gebilde, die eine nicht

unbedeutende Mächtigkeit besitzen, ist in geringer westlicher Entfernung von Auval am Südwestgehänge des Thales ein Stollenbau eingeleitet worden.

Im Hangenden dieser eisenoxydhydratreichen Schichtengruppe liegen vorerst sehr weiche weissliche thonige Schiefer, welche wieder von festeren grauen Schiefern überlagert werden. In diesen setzen zwei 1—2 Klafter mächtige Quarzitbänke auf, welche sehr regelmässig St. 5—6 streichen und mit 40—45 Grad beinahe gerade gegen Nord einfallen. Das Gestein ist äusserst fest, sehr feinkörnig, theils graulich, theils röthlich gefärbt und von Adern weissen krystallinischen Quarzes durchzogen. Auf den zahlreichen, dasselbe durchsetzenden Klüften liegt oft ein mehrere Linien dicker Besteg einer licht gelblichgrünen feinschuppigen, glimmerigen Substanz.

Den Raum im Hangenden dieser Quarzite bis zur oberen Grenze der ganzen Silurformation nehmen nun wieder Schiefer ein, die aber ihre Physiognomie bald sehr wesentlich ändern. Man sieht sie bei der Hodover Mühle überall an dem waldigen Berggehänge entblösst. Sie sind sehr dünnblättrig, zerbrechlich und verwitterbar, dunkelgrau bis schwarzgrau von Farbe, und ihre sehr ebenflächigen Schichten fallen unter 45 Grad St. 23—24. In geringer Entfernung von Hodov, in einer Linie, die aus dem Fiederholze über Horuschan und Wischerowitz nordostwärts verläuft, verbergen sich die Silurgebilde unter den Schichten der Kreideformation, deren tiefste von, schwache Kohlenflötze und Kohlennester führenden aschgrauen Schieferthonen gebildet werden. Auf diese lagern sich dann die Sandsteine des untern Quaders.

Bemerkenswerth ist eine eigenthümliche Veränderung, welche die Quaderschichten im Fiederholze durch eine Art von Raseneisensteinbildung erlitten haben. Das Fiederholz ist ein flacher sumpfiger Walddistrict, in welchem der Sandstein nur durch eine wenig mächtige Lage von Moorerde überdeckt wird. Die Wässer der zahlreichen, das Terrain durchziehenden Gräben setzen überall rostfarbigen Eisenocher in Menge ab und beurkunden dadurch ihren grossen Eisengehalt. Diese Absätze von Eisenoxydhydrat sind nun auch bis in den unterliegenden Quadersandstein eingedrungen, und haben ihn auf 2—3 Fuss Tiefe in weiter horizontaler Erstreckung in reichem Masse imprägnirt, so dass derselbe dadurch in einen sandigen Brauneisenstein von gelb-, rost- bis schwärzlichbrauner Farbe umge-

wandelt wurde. Die Sandkörner sind durch ein reichliches Cement von meist erdigem, selten dichtem Brauneisenstein verkittet, ja mitunter hat dieser das Übergewicht über die Sandkörner erhalten. Ebenfalls in Brauneisenstein umgewandelte Coniferenzapfen liegen hin und wieder darin, und cylindrische Höhlungen beurkunden die frühere Gegenwart walzenförmiger Pflanzentheile. Auch an Steinkernen von Muscheln fehlt es stellenweise nicht, und zuweilen erkennt man in ihnen noch deutlich Formen, die den Quader charakterisiren.

Eine vorgenommene chemische Analyse wies in einem Probestücke nach:

79·01 Eisenoxydhydrat,
20·19 Quarzsand,
0·80 organische Substanz, nebst Spuren von Phosphorsäure, Schwefelsäure, Thonerde und Mangan.

Auffallend ist der beinahe gänzliche Mangel an Phosphorsäure, wenn man nicht annehmen will, dass dieselbe wohl vorhanden war, aber später wieder ausgelaugt und hinweggeführt worden sei. Übrigens kann dieser Umstand der technischen Benützung dieser Eisenerze, welche überdies durch die geringe Entfernung ihrer Lagerstätte von dem vorher beschriebenen Lager von Roth- und Magneteisenstein eine noch grössere Bedeutung erlangen, nur günstig sein. Nach abwärts in verticaler Richtung gehen dieselben allmählich in den gewöhnlichen feinkörnigen Quadersandstein über.

Vorträge.

Über den Bau der Muskelfasern.

Resultate von Untersuchungen, die mit Hilfe des polarisirten Lichtes angestellt wurden

von **Prof. Ernst Brücke.**

(Auszug aus einer am 23. Juli 1857 für die Denkschriften überreichten Abhandlung.)

1. Man muss an den Muskeln zweierlei Substanzen unterscheiden: Eine schwächer lichtbrechende isotrope und eine stärker lichtbrechende anisotrope.

2. Die Erscheinungen der Doppelbrechung, die einzelne Muskelcylinder oder grössere Massen derselben darbieten, sind die Summe der Effecte der einzelnen *sarcous éléments.*

3. Die Erscheinungen sind in jeder Beziehung so als ob jedes einzelne *sarcous élément* ein doppelbrechender positiv einaxiger Körper wäre, dessen optische Axe in allen Zuständen des Muskels der Faserrichtung parallel liegt.

4. Die *sarcous éléments* selbst repräsentiren wiederum ganze Gruppen kleiner doppelbrechender Körper, für die ich den Namen der Disdiaklasten vorschlage.

5. Auf der verschiedenen Vertheilung der Disdiaklasten in der isotropen Grundsubstanz entsteht das vielfach verschiedene Ansehen, welches lebende und todte Muskeln unter dem Mikroskope darbieten.

6. Die nicht quergestreiften, sogenannten glatten Muskelfasern sind solche, in denen die Disdiaklasten gleichmässig vertheilt oder in denen doch die Gruppen derselben so klein sind, dass man sie nicht einzeln unterscheiden kann.

7. Die Disdiaklasten sind feste Körper von unveränderlicher Grösse und Gestalt; weder alternirende Schläge eines Magnetelektromotors noch hindurchgeleitete constante Ströme üben einen merklichen Einfluss auf ihre optischen Constanten aus, noch bringen sie ihre Axen merklich aus der Lage, abgesehen von den Orts-

veränderungen, welche die erregte Contraction für die Muskelsubstanz mit sich bringt.

8. Einwirkung von Kali, Natron, Essigsäure und verdünnter Chlorwasserstoffsäure zerstören ihre doppelbrechende Wirkung, endlich auch das Kochen.

Die Beziehung der Nervi vagi und splanchnici zur Darmbewegung.

Von **Dr. C. Kupffer** aus Dorpat und dem c. M. **Dr. C. Ludwig.**

1. Nn. vagi. Die Angaben von Valentin, Kilian u. A., dass die Erregung des Vagusstammes am Halse im Dick- und Dünndarm Bewegung einleite, können wir nach einer ausgedehnten Versuchsreihe, die wir an Katzen und kleinen Hunden ausgeführt haben, bestätigen. Die bezeichneten Thiere eignen sich bekanntlich darum vorzugsweise zu unsern Versuchen, weil der blossgelegte Darm derselben meistens sich weder während des Lebens noch nach dem Tode automatisch bewegt und weil er sich alsbald wieder beruhigt, wenn er durch Reizung zur Bewegung gebracht worden war. Wir verzeichnen hier kurz die Ergebnisse zu denen wir kamen, als wir gleichzeitig die beiden wohl isolirten vom Hirne getrennten Halsstämme des in Verdauung begriffenen Thieres mittelst des Schlittenelektromotors reizten.

Man kann nur dann mit Sicherheit darauf rechnen vom erregten Nerven aus Darmbewegung zu gewinnen, wenn man den Versuch erst einige Minuten nach dem letzten Athemzuge anstellt; um sich also das Abhängigkeitsverhältniss des Darmes vom n. vagus darzustellen, verfährt man am besten so, dass man die Nerven am lebenden Thier mit den wohlisolirten Dräthen umgibt, die Unterleibshöhle eröffnet und sogleich die Erregung einleitet. Tritt dann, wie häufig, keine Erregung ein, so erstickt man das Thier und erregt so wie der Hirntod eingetreten, von Minute zu Minute jedesmal einige (5 bis 10) Secunden hindurch die Nerven. Man wird dann jedenfalls den Zeitpunkt finden, in welchem der Darm, ohne äussern Angriff zu erfahren, ruhig bleibt, während er, wenn die Schläge den Nerven treffen, in Bewegung kommt. In der Thatsache, dass der sehr erregbare Darmmuskel des lebenden Thieres

den Angriffen des sehr erregbaren Nerven so häufig widersteht, dürfte wohl einer der wesentlichsten Gründe für die vielen zu Tage gekommenen negativen Versuche liegen. — Die Erregung, welche eingeleitet ist, erstreckt sich nicht gleichmässig auf den ganzen Darm, sondern meist nur auf einzelne Stücke desselben; das Stück, welches ergriffen wird, ist zugleich unbestimmt, indem es sich nicht selten ereignet, dass in einer Reihe aufeinanderfolgender Reizungen an ein und demselben Thiere entweder immer dasselbe und in einer andern Reihe jedesmal ein anderes Stück bewegt wird. Die Zusammenziehung ist nie tetanisch, sondern rhytmisch und peristaltisch; die Ausdehnung und Stärke der Bewegung wächst jedoch mit der Stärke der Erregung. Die Zusammenziehung beginnt, wie bekannt, günstigsten Falls 2—3, meist 5 bis 10 Secunden nach Anfang der Erregung; einmal eingeleitet besteht die Bewegung zuweilen länger und zuweilen kürzer als die Nervenerregung. Der letztere Fall kann namentlich sehr auffallend werden, wenn der Darm sogleich nach Beginn der Erregung sich bewegt, und dann bei noch fortdauernder Reizung dauernd zur Ruhe kommt, augenblicklich aber wieder in die freilich eben so vorübergehende Bewegung einkehrt, wenn man den Reiz, nachdem man ihn selbst noch so kurze Zeit unterbrochen hatte, wieder beginnen lässt.

2. Nn. splanchnici. Wenn wir die Nerven auf elektrischem Wege erregen wollten, so haben wir sie meist beide gleichzeitig und dann fast jedesmal in der Unterleibshöhle erregt. Als Reizträger benutzten wir feine bewegliche Dräthe oder Bleche von Platin, welche auf lackirtes Leinen, Heftpflaster u. dgl. geklebt oder genäht und in die bekannten nachgiebigen Leitungsschnüre der gemeinen Inductionsapparate eingefügt waren. Bei ihrer Anlegung hüllten wir den Nerven in das weiche, drathtragende Leinenstück, banden das abgeschnittene Nervenende an die Schnur fest und nähten diese selbst, wie die Bauchwand in passender Entfernung an; mit der grössten Sorgfalt wurde dann endlich jedes noch freigebliebene Drathstückchen durch umgewickeltes Guttapercha-Papier u. dgl. bedeckt. Auf diese Weise gelang es den feinen leichtbeweglichen Nerven isolirt und ungezerrt in den Kreis zu bringen und ihn dort zu erhalten und den Strom zwischen Bauchwand und Darm isolirt hergehen zu lassen. Die elektrische Erregung haben wir statt in der Unterleibshöhle zuweilen und immer mit gleichem Erfolg auch oberhalb des Zwerchfells vorgenommen,

und ebenso haben wir häufig dem elektrischen Schlag einen Pincettendruck substituirt. Wir brauchen kaum darauf aufmerksam zu machen, dass man sich in allen Fällen von ganglion coeliacum entfernt halten muss, da in dieses der Vagus mit eingeht.

Über die motorischen Verrichtungen unseres Nerven bestehen sehr entgegengesetzte Meinungen; nach den Versuchen von Joh. Müller, Volkmann u. A. sollen die Nerven Bewegung erwecken, nach Pflüger sollen sie umgekehrt dieselbe hemmen. In der That stehen aber diese Behauptungen nur in scheinbaren Widerspruch, denn bei gewissen Zuständen des Darms wirkt der Nerv bewegend und bei anderen beschwichtigend auf die Muskeln desselben ein.

Um sich von der muskelerregenden Wirkung zu überzeugen, verfährt man ähnlich wie beim n. vagus. Man legt am lebenden Thier, am besten der Katze, den Nerven zwischen die Poldräthe; nach Vollendung der Operation schliesst man die Bauchhöhle durch Näthe, bedeckt das Thier mit erwärmter Watta und beginnt dann einige Zeit später die Beobachtung nachdem man das Thier vorher erstickt hat. Dazu öffnet man die Bauchhöhle mit Vorsicht, hängt die Lappen der Bauchdecken in Haken so auf, dass die Därme innerhalb derselben, wie in einer fixirten Mulde liegen. Von Zeit zu Zeit bedeckt man dann die freiliegenden Darme mit einem Leintuch und warmer Baumwolle. Diese Vorsicht ist darum geboten, weil jede Berührung oder Lageveränderung des Darmes fortschreitende Bewegungen einleitet. — Nahezu constant sieht man dann einige Zeit nach dem Tode auf jede Erregung des Nerven (mechanische oder elektrische) eine Bewegung erfolgen; die Zeit nach dem Schluss der Athmung, in welcher der erregte Nerv den Darm afficirt, scheint um ein Geringes später einzutreten, als diejenige, in welcher der n. vagus die Darmbewegung mit Sicherheit einleitet. Die Bewegung trägt ganz den Charakter, welchen die vom Vagus aus bewirkte darbietet.

Zur Darlegung der von Pflüger beobachteten hemmenden Wirkung des n. splanchnicus eignet sich der Darm des Kaninchens weitaus besser als der der Katze, da er beim ersteren Thiere schon während des Lebens und zwar aus Gründen bewegt ist, die durch eine Erregung des n. splanchnicus zum Schweigen gebracht werden können. Begreiflich musste man jedoch wünschen ein ähnliches Resultat auch an den Katzen zu erzeugen; um dieses zu bewerk-

stelligen verfuhren wir so, dass wir schon am lebenden Thier beiderseits die nn. splanchnici und vagi vorsichtig in zwei (vorerst noch geöffnete) Inductionskreise schalteten, so dass ein jeder Nerv nach Belieben, für sich allein oder gleichzeitig mit dem andern, in jeder beliebigen Stärke gereizt werden konnte; hiernach wurde die Halswunde und die Bauchhöhle wieder zugenäht, das Thier dann 10 bis 15 Minuten später erstickt, die Bauchhöhle wieder eröffnet und der Versuch begonnen. In der That wurde nun bei mehreren Thieren und an diesen in mehrfach wiederholten Beobachtungen die durch den erregten n. vagus eingeleitete Bewegung sogleich beruhigt, wenn der Inductionskreis, in dem die nn. splanchnici lagen, geschlossen wurde; die Bewegung kehrte dann sogleich wieder, wenn man die nn. splanchnici ausschaltete. Oder es konnten bei gleichzeitiger mittlerer Erregung der nn. splanchnici und vagi keine Bewegungen erzeugt werden, die nach Entfernung der nn. splanchnici aus der Kette sogleich auftraten.

Diese letzteren Beobachtungen gehören in ihrer vollen Reinheit allerdings nicht gerade zu den häufigen Ergebnissen der zahlreichen auf sie zielenden Versuche. Dieses wird jedoch begreiflich, wenn man bedenkt, dass die Zeit, in welcher die nn. vagi ihre Fähigkeit den Darm zu erregen gewinnen, meist nahezu zusammenfällt mit der, in welcher die nn. splanchnici ihre beruhigende Kraft einbüssen.

Was über die Beziehungen die zwischen den Darmbewegungen und den nn. vagi und splanchnici bestehen, bekannt geworden, unterstützt die Annahme, dass dieselben nicht so einfacher Natur sind, wie wir sie (das Herz ausgenommen) sonst zwischen Muskel und Nerv gewahren; sie machen vielmehr den Eindruck eines Zusammenhangs, wie er von den sensiblen Nerven aus, durch das Rückenmark hindurch zwischen Nervenerregung und Muskelbewegung besteht. Wenn man irgendwo ein solches System zwischen Nerv- und Darmmuskel substituirt, so wird es allerdings, wenn auch nicht erklärlich, aber doch weniger auffallend, dass trotz lebhafter Erregbarkeit der Nerven und des Darms ein bestehendes Abhängigkeitsverhältniss sich auflöst, ja sogar seine Zeichen umkehrt.

Vergleichung der Wärme des Unterkieferdrüsenspeichels und des gleichseitigen Carotidenblutes.

Von dem c. M. C. Ludwig und A. Spiess aus Frankfurt a. M.

(Mit 2 Tafeln.)

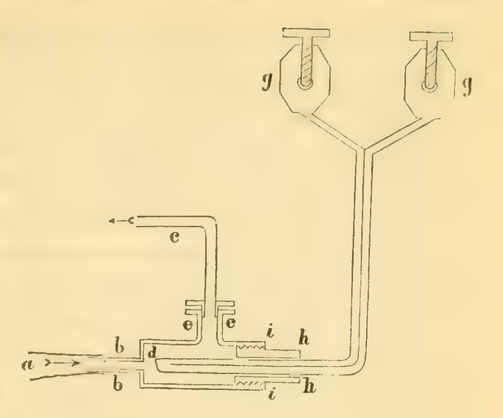
Die Beobachtungen welche beide Temperaturen verglichen, wurden mittelst des Thermomultiplicators ausgeführt. Die Kettenglieder desselben bestanden aus zwei in entgegengesetzter Ordnung eingeschalteten Neusilber-Eisenelementen, welche an der Löthstelle die Gestalt eines Cylinders von 1 Millim. Durchmesser besassen. Um die astatische Nadel liefen 32 Drathwindungen; sie erhielt sich auch ohne Compensator auf dem Nullpunkt der Theilung. Das somit dargestellte Differentialinstrument war keineswegs ein sehr feines, wie sich aus folgenden Angaben, welche aus der empirischen Graduirung stammen, ergibt. Ein Wärmeunterschied von

1° C.	entsprechen der Ablenkung von	8°
2° C.	„ „ „ „	12°
3° C.	„ „ „ „	16°
4° C.	„ „ „ „	19°
5° C.	„ „ „ „	21°.

Die geringe Empfindlichkeit des Instrumentes verminderte begreiflich die Schwierigkeiten des Versuches ausserordentlich; seine Form, vermöge deren es sich den Blut- und Speichelgefässen enger anschliesst, und seine geringe Trägheit gaben ihm bei unseren Versuchen das Übergewicht über das Quecksilberthermometer.

Das Element, welches in den Strom der *Art. carotis* eingesetzt wurde, war in das Lichte des Apparates eingepasst, welchen einer von uns durch Spengler für die Bestimmung des Seitendruckes in den Arterien beschreiben liess. Das Ende des Elementes, welches die Löthstelle trug, ragt nur um etwa zwei Centimeter über das Plättchen der Canüle hervor, welche in das Innere der Arterie kommt. Dieses feine Ende war umgebogen und wurde also, wenn die Canüle eingesetzt waren, vom strömenden Blute rings umspült.

Das Element, welches in den Speichel tauchte, besass eine Einrichtung, welche die Figur versinnlicht. In den Speichelgang *a*



wurde das Röhrchen *bb* eingebunden, das Röhrchen mündete nach hinten in die Erweiterung *bb, ii*; in diese letztere ist seitlich eingeschraubt ein Rohr *eec* zum Abführen des Speichels, welcher von *a* hereindrang; indem man mittelst Kautschuk ein beliebiges Glasrohr an das Ende *c* steckt, ist man im Stande den Speichel beliebig weit von der Wunde zu führen und seine Absonderungsgeschwindigkeit zu messen. In das hintere Ende der Erweiterung *bb, ii* wird eine der Länge nach durchbohrte Schraubenspindel *hh* eingeschraubt; in diese ist das Element *d gg* eingelenkt. Vermöge dieser Einrichtung kann die Löthstelle *d* möglichst nahe an die Speicheldrüse gebracht und dem Speichel in dem Masse in welchem er gebildet wird, Abzug verschafft werden, ohne dass durch Reibung eine für unser Instrument merkliche Wärmemenge entwickelt würde.

Wenn das Element in den Speichelgang eingesetzt wurde, so legte man auch sogleich um den Speichelnerven eine den elektrischen Strom leitende Vorrichtung. Diese bestand aus zwei feinen Platindräthen, welche auf ein isolirendes Zeug (gefirnisste Leinwand etc.) festgeheftet waren; die Dräthe konnten jenseits der Wunde mit einer Inductionsvorrichtung verbunden werden.

Nach dem Einbringen der Vorrichtung wurden alle Wunden sorgfältig zugenäht und zwar so, dass die Klemmen der Elemente, welche den Leitungsdrath zum Multiplicator aufnehmen, an beiden Orten gleich weit von der Haut abstanden, so dass also auch das mit der Löthstelle in Verbindung stehende Drathstück an beiden Orten gleichweit von der Haut bedeckt war; die Haut um die Wunden, innerhalb welcher die Blutung vollkommen gestillt war, wurde mit Löschpapier sorgfältig getrocknet; die Wunden wurden darauf mit einer fingerdicken Lage Watta und diese mit einem Kartenpapier bedeckt, in das Öffnungen zum Durchlass der Dräthe geschnitten waren. Überliess man nun die Elemente und Nadel sich selbst, so nahm die letztere nach zehn bis fünfzehn Minuten eine bestimmte Stellung, zuweilen auf

Null zuweilen auf einem andern Grad ein. Wenn sie nicht auf den Nullpunkt eintraf, so nahm sie immer eine Lage an, die ein Übergewicht der Temperatur des Blutes über die in der Wunde des Speichelganges anzeigte. Obwohl es gar nicht unmöglich ist, dass ein solcher Unterschied besteht, so glauben wir doch, dass er in den meisten Fällen von einer noch immer nicht genügenden Sorgfalt für die gleichmässige Abkühlung der Elemente herrührt. Auf das Resultat unserer Versuche ist jedoch dieser Umstand nicht von wesentlichem Einfluss.

Wir haben schon erwähnt, dass zum Speichelnerv ein möglichst sorgfältig isolirter elektrischer Strom zugeleitet wurde. Dieses geschah mehr der Reinlichkeit als der Genauigkeit des Versuchs wegen, da das Thermoelement und die aus ihm hervorgehenden Dräthe einen sehr gut isolirenden Firniss erhalten hatten, der auf seine abschliessenden Eigenschaften jedesmal vor und nach dem Versuch geprüft wurde.

Zur Messung der Absonderungsgeschwindigkeit des Speichels wurde an die Mündung *c* des gebogenen ein gerades Rohr gesteckt, welches mit dem freien Ende ein weniges aufwärts geneigt wurde; das Rohr war mit einer Theilung versehen; der Zwischenraum zwischen zwei Theilstrichen fasste etwas mehr als 0·008 C. C.; man konnte also die in einer selbst kurzen Zeit abgesonderte Speichelmenge genügend genau bestimmen.

Aus den von uns an fünf theils grossen, theils mittelgrossen Hunden angestellten Beobachtungen theilen wir nur die folgenden mit, die übrigen stimmen mit den gegebenen vollkommen überein. Die Tafel ist an und für sich verständlich; wir bemerken nun: Der Gang der Nadel von — nach + bedeutet bei der Anordnung die wir unserem Instrumente gegeben, ein Übergewicht der Speichel- über die Bluttemperatur. Die der Tabelle zu Grunde gelegten Beobachtungen sind so angestellt, dass aufgezeichnet wurden die in fünfzehn Zeitsecunden abgesonderten Speichelmengen, und die Grenzen in welchen zu jener Zeit die Nadel schwankte. Diese Beobachtungen sind der Übersichtlichkeit wegen dann so zusammengefasst, dass die Zeiten in welchen die Absonderung ungefähr gleich rasch blieb, zur Bildung eines Mittels zusammengestellt sind. Da die Nadel im Beginne der Beobachtung natürlich nicht zur Ruhe kam, so bedeuten die zu den ersten 15″ oder 30″ geschriebenen Ablenkungen die Grenzen der Schwankung vom relativen Nullpunkt bis zum höchsten in dieser Zeit erreichten Ausschlag.

Zahl des		Dauer der Reizung	Absonderung des Speichels in C. C. während 1 Sec.		Verhalten der Magnetnadel	
Thieres	Versuches		während der Reizung	nach der Reizung	während der Reizung	nach der Reizung
1	1	1′ 35″	von 0″ bis 30″ = 0·032	. . . .	geht von — 24° auf + 6° und	
			„ 30″ „ 90″ = 0·020	. . . .	zwischen ± 0 und + 4°	
				von 0 bis 0·5′ = 0·016	. . . .	± 0°
				„ 1·5 „ 2·5 = 0·012	. . . .	— 8°
				„ 2·5 „ 3·5 = 0·006	. . . .	— 8°
				„ 4·5 „ 5·5 = 0·004	. . . .	— 16°
				„ 5·5 „ 6·5 = 0·001	. . . .	— 20° und geht zu — 23°
	2	2′ 0″	von 0″ bis 30″ = 0·035	. . . .	geht von — 21 auf + 10°	
			„ 30″ „ 120″ = 0·019	. . . .	schwankt zw. — 2° und ± 0	
				von 0′ bis 1′ = 0·004	. . . .	— 10
				„ 1 „ 2′ = 0·002	. . . .	— 16
				„ 2 „ 3′ = 0·008	. . . .	— 18
	3	2′ 45″	von 0″ bis 30″ = 0·034	. . . .	geht von — 23° nach + 12°	
			„ 30″ „ 135″ = 0·014	. . . .	stellt sich auf — 3°	nach 4 Minuten auf — 20°
	4	1′ 0″	von 0″ bis 30″ = 0·030	. . . .	geht von — 24° auf + 14°	
			„ 30″ „ 60″ = 0·008	. . . .	schwankt zw. — 4 u. — 16°	
2	5	1′ 15″	von 0″ bis 60″ = 0·039	. . . .	geht von — 12° auf + 10°	
			„ 30″ „ 75″ = 0·024	. . . .	schwankt zw. + 7° u. 1°	
				von 0′ bis 1′ = 0·004	. . . .	auf — 4
				„ 1′ „ 2′ = 0·002	. . . .	— 7
				„ 1′ „ 2′ = 0·001	. . . .	— 8

Zahl des		Dauer der Reizung	Absonderung des Speichels in C. C. während 1 Sec.		Verhalten der Magnetnadel	
Thieres	Versuches		während der Reizung	nach der Reizung	während der Reizung	nach der Reizung
2	6	2′ 0″	von 0″ bis 30″ = 0·034	. . . .	geht von — 14° auf + 8°	
			„ 30″ „ 60″ = 0·022	. . . .	schwankt. zw. — 5° u. + 5°	
			„ 60″ „ 120″ = 0·013	. . . .	stellt sich auf — 2°	
				von 0 bis 1′ = 0·007	. . . .	auf — 5
				„ 2′ „ 3′ = 0·003	. . . .	— 7
				„ 7′ „ 8′ = 0·002	. . . .	— 12
	7	2′ 0″	von 0″ bis 30″ = 0·037	. . . .	von — 12° auf + 15°	
			„ 30″ „ 120″ = 0·018	. . . .	schwankt um + 3·5°	
				2′ nach d. Schluss d. Erreg.	. . . .	0′ bis 1′ = — 12
				war die Absond. beendet	. . . .	1′ „ 2′ = — 14
3	8	2′ 0″	von 0″ bis 30″ = 0·022	. . . .	von ± 0 auf + 7°	
			„ 30″ „ 75″ = 0·019	. . . .	zwischen 8° und 9°	
			„ 75″ „ 120″ = 0·008	Absond. hört alsbald auf	. . . .	0 bis 5·0′ = + 3
	9	2′ 30″	von 0″ bis 30″ = 0·018	. . . .	} stellt sich auf + 7°	
			„ 30″ „ 90″ = 0·012	. . . .		
			„ 90″ „ 150″ = 0·008	Absond. hört alsbald auf	. . . .	0 bis 1′ 30″ = + 4 bis 2′ 30″ = + 3

Diese Versuche stimmen also darin überein, dass der Speichel das in ihm stehende Thermoelement auf einen höhern Wärmegrad bringt, als ihn das Blut der gleichseitigen Carotis besitzt; der Temperaturüberschuss des bezeichneten Elements über das andere betrug in den Fällen mittlerer Absonderungsgeschwindigkeit des Speichels um mehr als 1° C.

Die Beobachtungen 1, 5, 7, 8, 9 bethätigen diesen Satz unmittelbar, da sich hier die Nadel jenseits des Nullpunktes im positiven Quadranten während der Speichelabsonderung feststellte. Dasselbe lässt sich jedoch auch aus den Beobachtungen ableiten, in welchen die Nadel von einer verhältnissmässig hohen Gradzahl des negativen Quadranten nach dem positiven Kreisviertel hinging, um den Nullpunkt nahebei oder ganz zu erreichen, ohne ihn jedoch zu überschreiten. In diesen Fällen war das im Speichelgang stehende Thermoelement ungefähr um 5° kälter als das im Blut stehende; es mussten also auf den in das Rohr (in der Umgebung des Elements) dringenden Speichel jedenfalls sehr merklich abkühlende Einflüsse wirken, welche es demselben unmöglich gemacht hätten, das von ihm berührte Thermoelement auf die Blutwärme (die Nadel also auf Null) zu bringen, wenn der Speichel selbst nur diesen Wärmegrad besessen hätte. Von der Richtigkeit dieser Ableitung kann man sich leicht überzeugen, wenn man die Thermoelemente in zwei getrennte Wassermassen taucht, von denen die eine um zwei bis drei Grad kälter ist als die andere. Wir nehmen an, das für den Speichelgang bestimmte Kettenglied sei in die kältere Flüssigkeit gebracht worden. Bringen wir nun durch einen Kautschukschlauch ein Glasrohr in Verbindung mit der Canüle für den Speichelgang und lassen durch dasselbe einen Strom wärmeren Wassers gehen, so muss dieses letztere um 1° bis 2° wärmer sein als das in der Umgebung des anderen Elements, wenn sich die Nadel auf Null anstellen soll, vorausgesetzt dass man dem Wasserstrom die mittlere Geschwindigkeit des Speichelstromes ertheilt.

Unsere Beobachtungen decken natürlich nicht den Wärmegrad auf, den der Speichel im Entstehungsmomente besitzt; denn es ist offenbar, dass er sich beim Übergang aus den letzten Enden in den Stamm des ductus abkühlen muss und zwar in dem Masse, in welchem die Temperatur des Blutes geringer ist, als die des Speichels und in welchem die Berührungsdauer zwischen beiden Flüssigkeiten vermöge

der verminderten Absonderungsgeschwindigkeit des Speichels wächst. Rücksichtlich des letzteren Punktes sind namentlich die Daten unserer Tabellen lehrreich, welche aus der Nachwirkung des Reizes genommen sind.

Über die Abhängigkeit des elektrischen Leitungswiderstandes von der Grösse und Dauer des Stromes.

Von **Moriz Benedikt,**

Candidat der Medicin.

Wir definiren die elektromotorische Kraft durch das Product aus der im Systeme wandernden Summe von Kraft — dem Strome — in die Summe der geleisteten Arbeit — den Leitungswiderstand. Wir wollen diese Arbeit nur in so ferne betrachten, als sie in einem Drathe ausgeübt wird. Es frägt sich, ist diese geleistete Arbeit blos von der Natur des Drathes und für dessen Dimensionen abhängig, oder ist sie auch eine Function der Stromstärke? Unter Stromstärke verstehe ich $\frac{E}{W}$, wo E die elektromotorische Kraft und W den wesentlichen Widerstand bedeutet.

Um diese Frage vom theoretischen Standpunkte zu beantworten, müssen wir uns Alles, was über die Vorgänge beim Durchgehen eines Stromes durch einen Drath bekannt ist, vergegenwärtigen. Wir wissen:

1. dass Längsschwingungen erregt werden, welche einen entsprechenden Ton erzeugen;

2. dass in einem bestimmten Verhältnisse mit der Stromstärke Wärme frei wird;

3. dass die entwickelte Wärme in einem bestimmten Zusammenhange mit dem Leitungswiderstande steht,

4. wie es die Contraction des Muskels beim Hineinleiten eines Stromes und die Veränderung des Cohäsionszustandes von Kupfer- und Eisen-Dräthen bei längerer Einwirkung der Elektricität nach Dufour zeigt, dass der Strom eine Änderung im Zusammenhange und Abstande der Theilchen bewirkt.

Der erste Punkt gibt uns über das zu lösende Problem um so weniger Auskunft, als die Abhängigkeit des Wesens eines solchen Längstones von der Stärke der einwirkenden Kraft überhaupt unbekannt ist. Der zweite und dritte Punkt lassen eine gewisse Abhängigkeit der geleisteten Arbeit von der Stromstärke vermuthen — eine Vermuthung, die durch den 4. Punkt zur hohen Wahrscheinlichkeit erhoben wird. Über die Art der Abhängigkeit gibt folgende Betrachtung Anhaltspunkte. Die Petřina'schen Arbeiten über Stromtheilung zeigen uns, dass sich die Componenten, in die sich der Strom zerlegt, verkehrt verhalten, wie die Hindernisse. Es liegt daher aus diesem und auch aus allgemeinen Vernunftgründen nahe, wenigstens für Elektricität den Satz aufzustellen, dass, wenn eine Kraft in zwei verschiedenen Arten wirken kann, die Componenten jener Kraft sich verkehrt verhalten, wie die Hindernisse, die sich diesen Wirkungsarten entgegenstellen. Gilt dieser Satz nicht blos für die Theilung der elektrischen Kraft in Bezug auf die fernere Fortpflanzung, sondern auch für die Theilung in Bezug auf Fortpflanzung und moleculare Action, so ergibt sich folgendermassen das Gesetz für die Abhängigkeit der geleisteten Arbeit von der Stärke des Stromes. Da nämlich die Intensität der Attractiv- und Repulsiv-Kraft im quadratischen Verhältnisse der Nähe zunimmt, so ist klar, dass bei einer weitern molecularen Action die Hindernisse im quadratischen Verhältnisse zu- oder abnehmen, je nachdem der Repulsiv- oder Attractionskraft entgegengearbeitet wird. Daraus folgt aber auch, wenn der obige Satz, dass die Theilung der Arbeit den Hindernissen verkehrt proportional ist, wahr erscheint, dass der Strom zur molecularen Arbeit in einem quadratischen directen oder indirecten Verhältnisse steht.

Um diesen Betrachtungen und Vermuthungen eine experimentelle Basis zu geben, unternahm ich, mit Erlaubniss des Herrn Regierungsrathes R. v. Ettingshausen, eine Untersuchungsreihe im k. k. physicalischen Institute, wozu mich noch der Umstand ermuthigte, dass bei den verschiedenen Autoren die Angaben über den specifischen Leitungswiderstand der Art differiren, dass der Unterschied nach meiner Überzeugung nicht von den Bruchtheilen eines Percents mechanischer Beimengung, sondern von der Verschiedenheit der elektrischen Quantitäten, mit denen die verschiedenen Autoren arbeiteten, herrührt. Der Parallelismus, der sich zwischen magnetischen und diamagnetischen Substanzen in Bezug auf ihre physicali-

schen und elektromagnetischen Eigenschaften durchführen lässt, bewog mich eine grössere Reihe von Dräthen in meine Versuchsreihe einzubeziehen, um auch in dieser Beziehung eine etwaige Differenz ausfindig zu machen. Diese Vermuthung erwies sich durch die Experimente als eine wohlbegründete. Einige Umstände machten mich ferner darauf aufmerksam, dass ein Drath durch längern Gebrauch als Leiter, sein Leitungsvermögen ändere. Ich untersuchte daher auch diese Variation bei verschiedenen Dräthen und erhielt auch für heterogene Metalle essentiell verschiedene Resultate.

Die Methode, die ich bei meinen Versuchen befolgte, war folgende.

Ich bestimmte mir nach den allgemeinen Principien die elektromotorische Kraft E eines oder mehrerer Jedlik'schen Zinkkohlenelemente, ebenso deren wesentlichen Widerstand W und Stromstärke S. Als Normaldrath benützte ich $1/4$ Meter eines 0·18 Millim. dicken versilberten Kupferdrathes. Das Normalstück wurde bei jedem Versuche gewechselt, da sich dessen Leitungswiderstand möglicherweise durch längeren Gebrauch ändern konnte.

Die Stromstärke wurde nach der Weber'schen Formel $g = \frac{TR\, tg\, u}{2k}$ bestimmt, wobei jedoch T (die horizontale Componente des Erdmagnetismus) nicht weiter bestimmt wurde, so dass alle folgenden Angaben über elektromotorische Kraft und Stromstärke eigentlich mit T zu multipliciren sind. R der mittlere Halbmesser des Messingreifens der nach Gangain verbesserten Tagentenboussole beträgt 109 Millim. Statt des eigentlichen Normaldrathes $1/4$ Meter auf den die Reduction gemacht wurde, schaltete ich immer $1/2$ Meter, also den Widerstand $= 2$ ein. Darauf beziehen sich die folgenden Angaben von u_n, g_n, d. i. der Ablenkungswinkel und die Stromstärke bei Einschaltung des Widerstandes $= 2$.

Den Widerstand (W') eines zu prüfenden Drathes fand ich, nachdem ich die, diesem Widerstande zukommende Stromstärke bestimmt hatte (S'), nach folgenden Formeln:

$$\frac{E}{S} = W;\ \frac{E}{S'} = W + W';\ (1)\ W' = \frac{E}{S'} - \frac{E}{S} = \frac{E}{S'} - W.$$

Die Buchstaben haben die Bedeutung, die soeben angegeben wurde. Wollte ich den Widerstand für mehr als ein Element bestimmen, so suchte ich die Daten E und W für jedes Element, fand die

entsprechenden Zahlen für eine Combination von Elementen durch Summirung der Daten der einzelnen Elemente und bestimmte das neue W' nach der Formel 1.

Aus einer grösseren Menge von Versuchsreihen, die wenigstens alle dasselbe qualitative Resultat gaben, theile ich die verlässlichsten und am meisten charakteristischen mit. In den folgenden Tabellen bedeutet *Ae* Anzahl der Elemente; die römischen Ziffern unter der Rubrik *Ae* die Zahl der Elemente, die arabischen die Numern derselben, so dass $II_{3,4}$ zwei Elemente, Numero 3 und 4 bedeutet. "*u*" bedeutet „Ablenkungswinkel", "*W*" Widerstand, "*E*" elektromotorische Kraft, "*g*" Stromstärke. Von den Indices bedeutet "*o*", dass kein Drath eingeschaltet wurde, "*n*", dass $1/2$ Meter des Normaldrathes, "*k*", "*z*", "*pt*", dass ein Kupfer-Zink-Platin-Drath eingeschaltet war. So bedeutet z. B. u_n den Ablenkungswinkel beim Widerstande 2, *Wk* den Widerstand eines Kupferdrathes etc.

Die einzelnen Beobachtungen sind in der Reihe gemacht, wie sie angeführt werden. Es wurden die Beobachtungen entweder anfangs mit mehreren Elementen gemacht, oder umgekehrt.

Versuche mit Kupferdräthen.

a)

Ae	u_o	u_n	u_k	g_o	g_n	g_k	Wo	Wk	E
I_2	$78\frac{1}{3}^0$	21^0	$63\frac{1}{2}^0$	83·99	6·66	34·78	0·17	**0·24**	14·28
$II_{1,2}$				131·00		44·60	0·49	**0·17**	29·32
I_1	$69\frac{3}{4}^0$	$20\frac{1}{2}^0$	$57\frac{1}{2}^0$	47·01	6·48	27·22	0·32	**0·24**	15·04

Anmerkung. Die Identität des Widerstandes für je zwei Elemente zeigt die hohe Verlässlichkeit dieser Daten.

b)

Ae	u_o	u_n	u_k	g_o	g_n	g_k	Wo	Wk	E
$IV_{1,2,3,4}$			67^0			40·70	1·16	**0·06**	58·02
I_1	$68\frac{1}{4}^0$	$19\frac{1}{2}^0$	$52\frac{3}{4}^0$	43·47	6·14	22·81	0·33	**0·30**	14·345
$III_{2,3,4}$			$68\frac{1}{2}^0$			44·03	0·83	**0·16**	43·68
I_2	$69\frac{3}{4}^0$	$20\frac{1}{2}^0$		46·80	6·48		0·32		14·976
$II_{3,4}$			65^0			37·19	0·51	**0·26**	28·70
I_3	$72\frac{3}{4}^0$	$20\frac{1}{4}^0$		52·13	6·40		0·28		14·60
I_4	$72\frac{1}{2}^0$	$20\frac{1}{4}^0$		55·00	6·40		0·23		14·10

Anmerkung. Die Versuche sub *b* sind mit einem andern Drathe und in einer andern Zeit gemacht.

Zu gleicher Zeit mit der Versuchsreihe sub *a* wurde auch der Leitungswiderstand eines dritten Drathes bestimmt und folgende Zahlen erhalten:

c)

Ae	u_o	u_n	u_k	g_o	g_n	g_k	Wo	Wk	E
I_2	78⅓°	21°	64½°	83·99	6·66	36·36	0·17	**0·22**	14·28

Diese Zahlen sind natürlich ebenso verlässlich, wie die sub *a*.

Dieser Drath wurde durch mehrere Stunden dem Strome eines Elementes ausgesetzt und dann wieder auf seinen Leitungswiderstand untersucht, und zwar mit folgendem Resultate.

d)

Ae	u_o	u_n	u_k	g_o	g_n	g_k	Wo	Wk	E
I_1	78½°	22¼°	62½°	82·25	7·09	33·31	0·18	**0·28**	15·34
I_2	80°	22¾°	62¾°	98·36	7·27	33·67	0·16	**0·28**	15·74

Anmerkung. Auch diese Resultate zeigen einen hohen Grad von Verlässlichkeit.

Qualitative Resultate aus diesen Versuchen:

1. Der Widerstand nimmt ab, wenn die Stromstärke wachst.
2. Er nimmt zu mit der Dauer des Stromes.

Versuche mit Zinkdrath.

a)

Ae	u_o	u_n	u_z	g_o	g_n	g_z	Wo	Wz	E
I_1	73½°	21½°	63¼°	58·55	6·83	34·78	0·26	**0·18**	15·24
I_2	78¾°	22°°	67°	87·19	7·01	40·86	0·17	**0·19**	14·82
$II_{1,2}$			72¾°	145·74		55·85	0·43	**0·11**	30·05
$III_{1,2,3}$			75¼°	239·31		65·88	0·60	**0·09**	45·91
I_3	79½°	22¾°		93·57	7·27		0·17		15·92

b)

Ae	u_o	u_n	u_z	g_o	g_n	g_z	Wo	Wz	E
I	78½°	21¾°	67°	85·24	6·92	40·86	0·18	**0·19**	15·34

c)

Ae	u_o	u_n	u_z	g_o	g_n	g_z	Wo	Wz	E
I	78°	23½°	66¾°	81·59	7·48	44·60	0·21	**0·21**	17·13

d)

Ae	u_o	u	u_z	g_o	g_n	g_z	Wo	Wz	E
I	$78\frac{1}{2}^0$	$22\frac{1}{4}^0$	$66\frac{1}{4}^0$	85·24	7·09	39·41	0·18	**0·207**	15·34

Anmerkung. Die Werthe von *Wz* für ein Element zeigen, wie zuverlässig diese Daten sind. Dieser Drath wurde hierauf mehrere Mal durch einige Stunden einem Strome ausgesetzt und dabei die Daten sub *b)*, *c)* und *d)* gefunden. Diese Daten wurden an zwei auf einander folgenden Tagen gefunden.

Qualitative Resultate aus diesen Versuchen:

1. Der Widerstand nimmt ab mit der wachsenden Stromstärke.
2. Der Widerstand nimmt zu mit der Stromdauer.

Versuche mit Stahldrath.

a)

Ae	u_o	u_n	u_{st}	g_o	g_n	g_{st}	Wo	Wst	E
I_1	$63\frac{1}{4}^0$	$20\frac{1}{2}^0$	20^0	34·41	6·48	6·31	0·45	**2·00**	15·48
$II_{1,2}$			$27\frac{3}{4}^0$	89·42		9·125	0·74	**2·70**	31·43
I_2	$72\frac{1}{2}^0$	$21\frac{3}{4}^0$		55·01	6·92		0·29		15·95
$III_{1,2,3}$			$33\frac{1}{2}^0$			11·48	0·98	**3·02**	45·95
I_3	74^0	$20\frac{3}{4}^0$		60·48	6·57		0·24		14·52
IV			$34\frac{1}{4}^0$			11·81	1·31	**3·86**	61·07

Anmerkung. I_4 wurde nicht direct bestimmt, und das dazu gehörige *E* und *Wo* aus dem Mittel der andern drei Elemente bestimmt.

Dieser Drath wurde ebenfalls durch einige Stunden der Einwirkung eines Stromes ausgesetzt und folgende Resultate dann gefunden.

b)

Ae	u_o	u_n	u_{st}	g_o	g_n	g_{st}	Wo	Wst	E
I	$78\frac{1}{2}^0$	$22\frac{1}{4}^0$	$25\frac{1}{2}^0$	85·25	7·09	8·27	0·18	**1·67**	15·34

Qualitative Resultate aus diesen Versuchen:

1. Der Widerstand wächst mit der zunehmenden Stromstärke.
2. Der Widerstand nimmt ab mit der Dauer des Stromes.

Versuche mit Platindrath.

Ae	u_o	u_n	u_{pt}	g_o	g_n	g_{pt}	Wo	Wpt	E
I_1	$78\frac{1}{2}^0$	$22\frac{1}{4}^0$	$12\frac{1}{4}^0$	85·24	7·09	3·77	0·18	**3·89**	15·34
I_2	$80\frac{3}{4}^0$	23^0	$13\frac{1}{4}^0$	106·50	7·36	4·08	0·148	**3·72**	15·79
$II_{1,2}$			$19\frac{1}{3}^0$	191·74		6·08	0·328	**4·79**	31·13
$III_{1,2,3}$			$23\frac{1}{4}^0$	285·29		7·45	0·492	**5·74**	46·47
I_3	$79\frac{1}{2}^0$	$22\frac{1}{4}^0$	$13\frac{1}{3}^0$	93·55	7·09	4·11	0·164	**3·568**	15·34

Anmerkung. Die Angaben für *Wpt* variiren hier um drei in der zweiten Stelle.

Qualitative Resultate aus diesen Versuchen:

Der Widerstand wächst mit der zunehmenden Stromstärke.

Versuche mit Messingdrath.

a)

Ae	u_o	u_n	u_m	g_o	g_n	g_m	Wo	Wm	E
I_1	$78\frac{1}{2}^0$	$22\frac{1}{4}^0$	$36\frac{1}{2}^0$	85·25	7·09	12·8	0·18	**1·02**	15·34
$II_{1,3}$			$50\frac{3}{4}^0$			21·23	0·34	**1·12**	31·08
I_2	80^0	$22\frac{3}{4}^0$		98·36	7·27		0·16		15·74

Anmerkung. Diese Versuche sind aus derselben Reihe wie die bei Kupfer sub *a*.

Dieser Drath wurde ebenfalls durch längere Zeit einem Strome ausgesetzt und dann folgende Resultate erlangt.

b)

Ae	u_o	u_n	u_m	g_o	g_n	g_m	Wo	Wm	E
I_1	$73\frac{1}{2}^0$	$21\frac{1}{2}^0$	$39\frac{1}{2}^0$	58·55	6·83	14·30	0·26	**0·80**	15·22
I_2	$78\frac{3}{4}^0$	22^0	$40\frac{3}{4}^0$	87·19	7·03	14·94	0·17	**0·82**	14·82

Qualitative Resultate aus diesen Versuchen:

1. Der Leitungswiderstand nimmt zu mit der wachsenden Stromstärke.
2. Der Widerstand nimmt ab mit der grösseren Stromdauer.

Allgemeine qualitative Resultate:

Bei den (diamagnetischen) Kupfer- und Zinkdräthen nimmt mit der wachsenden Stromstärke der Widerstand ab, bei den (magnetischen) Stahl- und Platindräthen aber zu. Messing, über dessen magnetisches Verhalten ich keine specielle Versuche machte, befolgt ganz das Gesetz der genannten magnetischen Körper.

Die erstere Reihe von Dräthen hat ferner die Eigenthümlichkeit, dass ihr Widerstand mit der Zeit des Gebrauches zunimmt, während er bei den anderen abnimmt.

Quantitative Bestimmung des Änderungs-Gesetzes.

Eine oberflächliche Betrachtung der gewonnenen Resultate zeigt schon, dass sich die Quadrate der Leitungswiderstände entweder direct oder indirect verhalten, wie die Stromstärken. — Unter Stromstärke ist hier nicht jene verstanden, die bei der Einschaltung resultirt, sondern jene, die ohne alle Einschaltung zum Vorschein kommt,

also jene Summe von elektromotorischer Kraft, die gleichsam aus den Pforten des Elementes hervorkommt, um den Drath zu durchwandern. Das oben erwähnte Gesetz bekommt durch folgende Rechnungen seine volle Giltigkeit.

Nehmen wir zuerst die Daten für Kupfer sub *a*, so haben wir für die Stromstärke im oben erörterten Sinne bei einem Elemente 83·99, für zwei Elemente 131·00, für den Widerstand bei einem Elemente "0·24", bei zwei "0·17". Da die Widerstände mit den wachsenden Stromstärken abnehmen, so haben wir nach der Formel $s : s' = l'^2 : l^2$.

$$131{\cdot}00 : 83{\cdot}99 = (0{\cdot}24)^2 : x^2;\ 1{\cdot}555 = \frac{(0{\cdot}24)^2}{x^2};\ x\sqrt{1{\cdot}555} =$$
$$= 0{\cdot}24 = x\,.\,1{\cdot}247;\ x = \mathbf{0{\cdot}19}.$$

Der Versuch gibt 0·17, also eine Differenz, die im hohen Grade befriedigend ist, da auch die ähnlichen Versuche von Lenz zeigen, dass die Fehlergrenze eine weitere ist.

Nach derselben Formel haben wir für Zink folgende Resultate:

Für zwei Elemente:

$$145{\cdot}74 : 58{\cdot}55 = (0{\cdot}18)^2 : x^2$$
$$2{\cdot}489 = \frac{(0{\cdot}18)^2}{x^2}$$
$$x\sqrt{2{\cdot}489} = 0{\cdot}18$$
$$x = 0{\cdot}18 : 1{\cdot}609$$
$$x = \mathbf{0{\cdot}11}.$$

Der Versuch gibt auch **0·11**.

Für drei Elemente:

$$239{\cdot}74 : 58{\cdot}55 = (0{\cdot}18)^2 : x^2$$
$$4{\cdot}087 = \frac{(0{\cdot}18)^2}{x^2}$$
$$x\sqrt{4{\cdot}087} = 0{\cdot}18$$
$$x = \frac{0{\cdot}18}{2{\cdot}022}$$
$$x = \mathbf{0{\cdot}0889}.$$

Der Versuch gibt **0·09**.

Bei Platin gilt hingegen offenbar die Formel $s : s' = l^2 : l'^2$.

Wir haben also für zwei Elemente:

$$191\cdot74 : 106\cdot50 = (4\cdot79)^2 : x^2$$

$$2\cdot249 = \frac{(4\cdot79)^2}{x^2}$$

$$x\sqrt{2\cdot249} = 4\cdot79$$

$$x = 4\cdot79 : \sqrt{2\cdot249}$$

$$x = 4\cdot32$$

Der Versuch gibt 3·72, also eine Differenz von 6 in der zweiten Stelle. Die Daten für *Wpt* zeigen aber, dass diese Differenz für Platin ebenfalls noch innerhalb der Fehlerquellen liegt.

Für drei Elemente haben wir:

$$285\cdot29 : 106\cdot50 = (5\cdot74)^2 : x^2$$

$$2\cdot678 = \frac{(5\cdot74)^2}{x^2}$$

$$x = \frac{5\cdot74}{\sqrt{2\cdot678}} = \frac{5\cdot74}{1\cdot637}$$

$$x = 3\cdot506$$

Der Versuch gibt 3·72. Es ist also hier eine Differenz 0·22 die sehr befriedigend ist.

Es folgen daher aus den Versuchen folgende wichtige Resultate:

1. Von einem specifischen Leitungswiderstande in dem früheren Sinne kann nicht mehr die Rede sein.

2. Die Formel für den Leitungswiderstand $\frac{k\,l}{\pi r2}$, wo k eine von der Natur des Metalls abhängige Constante, l die Länge und r den Halbmesser des Drathes bezeichnet, ist für eine Reihe von Metallen — vielleicht allen diamagnetischen — mit $\frac{1}{\sqrt{s}}$, wo s durch die Formel $\frac{E}{W}$, unter W den wesentlichen Leitungswiderstand verstanden, repräsentirt wird, zu multipliciren, für eine andere Reihe — vielleicht alle magnetische Metalle — aber mit $\sqrt{s}$.

Der Umstand, dass bei einigen Metallen der Widerstand wächst, bei andern abnimmt, wenn die Stromstärke zunimmt, schliesst fast alle Fehlerquellen aus, die etwa qualitativ zur Erlangung obiger Resultate beigetragen haben sollten.

Ein ferneres Resultat ist:

3. Dass bei der ersten sub 2 genannten Reihe von Metallen der Widerstand mit der Dauer des Stromes wächst, bei den darauf untersuchten der zweiten Reihe aber abnimmt.

Schon dieses Verhalten, und noch mehr die jedenfalls kleine Änderung in der Zeit der Versuche, aus denen die Resultate sub 2 gewonnen wurden, schliessen auch diesen Vorgang für die qualitative Beirrung der Resultate sub 2 aus.



VERZEICHNISS

DER

EINGELANGTEN DRUCKSCHRIFTEN.

(JULI.)

Académie d'Archéologie de Belgique. Annales. Bd. XIV, Heft. 1, 2. Anvers 1857; 8°.

Académie des sciences. Paris.
- — Comptes rendus hébdomadaires des sciences. Tom. XXXV—XLII. 1852; 4°.
- — Supplement a. c. r. Tom. I. 1856; 4°.
- — Mémoires de l'Académie. Tom. XXIV, Tom. XXVII. part. 1, 1856; 4°.
- — Table générale d. c. r. (3 août 1835 à 30 décemb. 1850.) Tom. I. 1853; 4°.

Akademie, preussische, der Wissenschaften. Monatsberichte. Nr. 5 und 6. Berlin 1857; 8°.

Annales des Mines. Série V, Tom. X, livr. 5 et 6. Paris 1857; 8°.

Annals of the astronomical observatory of Harward college. Vol. I, part. 1. Cambridge 1856; 4°.

Archiv der Mathematik und Physik, herausgegeben von Joh. Aug. Grunert. Greifswalde 1853.

Baer, R. E. v., und Helmersen, G. v., Beiträge zur Kenntniss des russischen Reiches und der angrenzenden Länder Asiens. XIX Bände. (Band XVI ist nicht erschienen.) St. Petersburg 1839—1854; 8°.

Bauzeitung, allgemeine, Jahrgang XXII, 5. und 6. Heft. Wien 1857; 8°.

Blake, William P., Description of the fossils and shells collected in California. Washington 1855; 8°.

Brantz, Mayer, observations on mexican history and archaeology. Washington 1856; 4°

Bulletino archeologico Napolitano. Anno IV, Napoli; 4°

Concours de l'Acad. Impériale Leopoldo-Caroline des Naturalistes de Breslau proposé par le prince Anatole de Demidoff. Breslau 1857; 4°

Conestabile, Conte Giancarlo di Giambattista Vermiglioli, de' monumenti di Perugia, della litteratura et bibliografia Perugina. Perugia. Vol. II, 1855—56.

Cosmos, Vol. XI, livr. 3.

Dana, J. D., on american geological history. New-Hawen 1856.

De-Bow, J. D. B., the seventh census of the united states. 1850. Vol. I, Washington 1853; 4°

Gerhard, E., Winkelmann und die Gegenwart. Mit einer Abbildung. Berlin 1856; 4°

Gesellschaft, physicalisch-medicinische in Würzburg. Verhandlungen. Erlangen 1850; 8°

Hough, Franclin A. M. M. D., results of a series of meteorological observations mode in obedience to instructions from the regents of the university at sundri Academies in the state of New-York, from 1826 to 1850. Albany 1855; 4°

Istituto, J. R., Lombardo. Giornale Nr. 52.

Jahresbericht des Marienvereines zur Beförderung der katholischen Mission in Central-Africa. Wien 1852; 8°

Journal, the astronomical. Vol. V, Nr. 5, 6, 7.

Journal of the Academy of natural sciences of Philadelphia. New. series. Vol. III, part. 3. Philadelphia 1856; 4°

Journal of the american education. Hartford 1856; 8°

Karsten, C., Die Fortschritte der Physik im Jahre 1747. Berlin 1849; 8°

Kupfer, A. T., Über den Einfluss der Wärme auf die elastische Kraft der festen Körper und insbesondere der Metalle. St. Petersburg 1856; 4°

Lotos, 1857. Heft 3—7. Prag 1857; 8°

Meech, L. W. A. M. on the relative intensity of the head and light of the sun upon different latitudes the earth. Washington 1857; 4°

Mittheilungen der k. k. Centralcommission zur Erforschung und Erhaltung der Baudenkmale, Jahrg. II, Heft 7. Wien 1856; 4°

Mittheilungen aus Justus Perthe's geographischer Anstalt. 1857. Heft 2 und 3. Gotha; 4⁰·

Mommsen, Th., Die Rechtsfrage zwischen Cäsar und dem Senat. Breslau 1857; 4⁰· (Aus den Abhandlungen der philos.-histor. Gesellschaft in Breslau.)

Museum, Francisco-Carolinum für das Erzherzogthum Österreich ob d. E. und das Herzogthum Salzburg. XI. 16. Heft. Linz; 4⁰·

Orti Manara, Conte Giov. Girol. La penisola di Sermione illustrata. Verona 1856; 4⁰·

Palacky, František, Dějiny české. Díl IV. částka 1. Praha; 8⁰·

Palacky, F., Geschichte von Böhmen. Bd. IV, Abthl. 1. Prag 1857.

Rangabé, A. R., antiquités helléniques. Athènes 1855; 4⁰·

Report, tenth annuel, of the board of regents of the Smithsonian Institution, schowing the operations, expenditures, and condition of the institution, up to January 1, 1856. Washington 1856; 8⁰·

Report of the secretary of the treasury, on the state of the finances, for the year ending june 30, 1855. Washington 1856; 8⁰·

Report of the commissiones of patents for the year 1854. Agriculture I. Arts and manufactures II. Washington 1855; 8⁰·

Report of the commissiones of patents for the year 1855. Agriculture I. Arts and Manufactures II. Finances I. Washington 1856; 8⁰·

Report of experiments with small arms for the military service. Published by authority of the secretary of war. Washington 1856; 8⁰·

Reslhuber, A., Bericht über die Kometen von den J. 975, 1264, 1556. Linz 1857; 8⁰·

Runkle, John, New tables for determining the valeurs of the coefficients in the perturbative function of planetary motion, which depend upon the ratio of the mean distances. Washington 1585; 4⁰·

Sanford, H. S., The different systems of penal codes in Europe also, a report on the administrative changes in France, since the revolution of 1848. Washington 1856; 8⁰·

Sunto, delle observazioni meteorologiche fatte nell osservatorio dell' R. Marina. Napoli 1847—1856; 4⁰·

Wolcott, Gibbs and Frederick Genth, researches on the Ammonia-Cobalt bases. Washington 1856; 4⁰·

Zepharovich, V. R. v., Bericht über die Schürfungen auf Braunkohle zwischen Přiszlin und Krapina und ein Vorkommen von Bergtheer zu Peklenicza an der Mur in Croatien. Wien; 8°. (Aus dem Jahrbuche der k. k. geolog. Reichsanstalt 1856.)

Zippe, Dr. F. X. M., Geschichte der Metalle. Wien 1857; 8°.

Übersicht der Witterung im Mai 1857.

Von A. U. Burkhardt, Assistenten der k. k. Central-Anstalt.

Beobachtungsort.	Mittlere Temperatur Réaumur	Maximum		Minimum		Mittlerer Luftdruck Par. Lin.	Maximum		Minimum		Mittlerer Dunstdruck Par. Lin.	Niederschlag Par. Lin.	Herrschender Wind	Anmerkungen und secundäre Extreme.
		Tag	Temp.	Tag	Temp.		Tag	Luftdr.	Tag	Luftdr.				
Admont	+9°29	22·6	+17°8	4·3	+2°4	311‴38	16·3	314‴55	26·9	307‴86	2‴12	28‴06	W. NO.	Am 29. 17°2, am 16. 3°8.
Agram	+13·08	21·6	+21·3	7·3	+5·2	330·36	16·3	333·39	31·3	326·83	4·06	31·54	NNO SO	Am 26·9. 327‴53, am 29. 20°3.
Althofen	+10·14	21·6	+18·9	1·3	+3·4	307·52	15·3	310·61	26·9	305·24	3·05	17·89	NW.	
Ancona	+12·99	21/22·	+19·4	1·	+4·4	335·64	16·	337·21	31·	331·21	—	15·05	SO.	
Aussee (Markt)	+9·41	29·6	+19·8	1·9	+2·8	310·46	16·3	314·97	26·9	307·91	3·16	43·32	O.	
Aussee (Alt-)	+9·04	22·6	+19·6	1·9 / 2·3	+2·8	300·99	15·3	303·82	26.6	297·36	2·90	69·91	O. W.	Am 31·3. 298‴13, am 29. 17‴5.
Bludenz	+10·38	22·6	+21·4	2·3	+1·3	314·08	16·9	317·15	26·3	310·63	3·31	32·55	NW.	Am 7. 3°0, am 2. 315‴17.
Bodenbach	+10·41	22·6	+23·5	8·3	+0·0	331·88	15·3	335·22	26·9	327·15	—	8·52	NO.	Am 3. u. 15. 1°7.
Bologna	+13·73	22·6	+20·5	3·	+4·4	332·20	16·4	335·79	31·4	329·15	—	11·64	ONO.	Am 27. 19°8.
Botzen	+14·46	21·6	+21·9	2·3	+7·8	325·71	16·3	329·43	30·3	323·33	—	15·05	NO.	Am 29. 21°0.
Brünn	+10·55	21·6	+21·8	4·3	+0·8	328·33	15·3	331·24	26·9	324·03	3·36	18·98	O. OSO.	Am 29. 19°5.
Bukarest	+12·13	30·6	+22·0	4·3	+6·6	322·93	17·3	326·27	31·9	319·47	—	—	—	Am 26. 20°5.
Cairo	+19·87	30·6	+32·7	5·3	+12·1	335·86	15·6	337·24	1·3	333·82	—	—	N.	Am 1. 29°2, am 13. 30°3, am 20. 13·1.
Curzola	+15·40	22·6	+20·6	2·3	+10·8	336·50	4·6	339·60	31·9	332·44	—	54·08	SO NW O	Am 29. 20°2, am 6. 12°0.
Czaslau	+10·41	21·6	+22·2	7·3 / 8·3	+0·0	326·69	15·3	329·92	26·3	322·39	-	10·60	NW. N.	Am 25. 20°3, am 4. 0°4.
Czernowitz	+9·96	24·6	+20·0	3·3	+1·5	326·74	16·9	330·27	27·9	323·02		29·79	NNW.	Am 17. 1°7, auch Maximum des Luftdruckes.
Debreczin	+12·74	20·6	+20·2	4·3	+5·4	331·68	16·6	333·83	31·6	327·87	—	5·38	N.	Am 27. 328‴40.
Deutschbrod	+9·06	21·6	+20·0	8·3	—1·1	320·64	15·3	323·61	26·9	316·44	—	14·43	N.	Am 31·3. 318‴12, am 4. —0°2.
Ferrara	+13·90	30·5	+19·4 / 21·8	3·3	+5·5	335·00	16·5	338·00	31·3 / 31·5	332·00	-	23·22	O.	Am 24. 333‴00, Maximum am 23. 21°8.
Frauenberg	+10·49	21·6	+24·0	4·3	—0·1	321·57	15·3	324·48	26·6	317·87	—	21·24	O. SO.	Am 29. 20°0.
Fünfkirchen	+13·09	29·6	+21·4	1·3	+6·2	330·68	16·3	333·47	31·6	326·01	—	12·34	NO. SO.	Am 27·6. 327‴64, am 16. 7°0.
Gastein	+7·66	22·6	+18·1	4·3	+2·7	301·51	16·3	303·22	26.6	297·51	—	33·42	S.	Am 29. 17°6.
Gran	+12 80	21·6	+22·2	7·3	+4·3	332·58	16·3	335·73	26·9	329·05	3·94	6·76	SO. W.	Am 30. 20°8.
Gratz	+12·15	21·6	+21·1	1·3	+4·0	320·07	15·6	322·80	26·9	315·95	3·78	13·47	W.NW.	Am 31. 316‴62.
Gresten	+10·40	21·6	+21·7	7·3	+3·1	321·45	15·3	324·63	26·6	317·40	3·61	39·92	ONO NW	Am 31. 318‴85, am 27. 17°3.
Hermannstadt	+10·50	30·6	+19·0	2·9	+2·6	320·59	22·3	323·30	31·9	317·15	—	56·53	NW. SO.	Am 16·9. 322‴75.
St. Jakob I.	+9·38	21·6	+18·4	1·9	+3·1	—	—	—	—	—	—	17·10	NW.	
St. Jakob II. (Gurk)	+9·27	21·6	+16·4	1·3 / 2·3	+2·0	300·84	15·3	303·87	26·9	298·71	3·01	13·75	SO.	
Jaslo	+9·97	23·6	+22·0	3·9	+3·2	327 97	16·6	330·61	27·6	323·69	3·54	15·47	WNW.	Am 17. 3°5.
Inner-Villgratten	+6·14	21/22·	+15·7	15·3	—1·8	-	—	—	—	—	-	—	NW.	Am 28. 14°3, am 6. —0°6, am 1. 0°7.
Innichen	+8·20	22·6	+19·1	15·3	+0·3	292·30	16·3	295·22	26·6	290·01	2·92	32·68	W.	Am 31·3. 290‴07, am 6. 0°5, am 28. 17°3.
Kahlenberg	+9·37	21·6	+20·0	—	-	314·00	26·9	315·11	-	—	—	7·16	OSO.	
Kalkstein	+5·21	22·6	+14·5	15·3	—2·0	—	--	—		—	—		W. O.	Am 29. +140, am 1. 2. und 6. —1°0.
Kaschau	+11·43	25·6	+18·9	3·3	+5·0	328·72	16·3	331·27	31·9	324·66	3·55	—	NW.	Am 14·9. 7°4.
Kesmark	+9·22	24·6	+19·1	4·3	+1·6	312·87	16·3	316·24	27·6	308·98	—	19·68	N.	Am 14. 5°2.
Kirchdorf	+10·34	22·6	+20·3	4·3	+2·8	319·46	15·3	322·55	26·6	315·31	3·51	47·80	W.	
Klagenfurt	+11·18	21·	+22·6	1·	+1·8	319·49	15·3	322·33	26·9	316·08	4·01	17·72	O.	
Komorn	+11·37	21·6	+22·2	7·3	+3·0	—	—	—	-	—	—	10·64	NW. SO.	Am 30. 21°0.
Korneuburg	+11·02	21·6	+20·0	3·3 / 7·3	+2·0	—	-	—	—	—	—	12·16	NW.	Am 30. 19°0.
Krakau	+10·05	26·6	+19·4	2·3	+2·3	328·21	16·4	331·49	26·7	324·10	3·51	27·57	NO.	Am 21. 19°2.
Kremsier	+10·86	21/22·	+23·0	4·3	+1·0	—		—	—	—	-	-	—	Am 29. 20°5.
Kremsmünster	+10·46	22·6	+20·7	7·3	+3·6	321·97	16·4	325.45	26·7	307·23	3·40	51·15	NO.	Am 29. 16°9.

Beobachtungsort nach der mittleren Temp. geordn.	Mittlere Temperatur Réaumur
Cairo	+19°87
Smyrna	+16·28
Curzola	+15·40
Rom	+15·07
Triest	+14·82
Trient	+14·61
Udine	+14·50
Botzen	+14·46
Ragusa	+14·39
Venedig	+14·26
Lissa	+14·07
Ferrara	+13·90
Bologna	+13·73
Semlin	+13·60
Ofen	+13·33
Meran	+13·31
Mailand	+13·20
Fünfkirchen	+13·09
Agram	+13·08
Ancona	+12·99
Gran	+12·80
Debreczin	+12·74
Pressburg	+12·28
Gratz	+12·15
Bukarest	+12·13
Melk	+11·57
Prag	+11·51
Laibach	+11·50
Kaschau	+11·43
Mediasch	+11·42
Tyrnau	+11·42
Luino	+11·41
Wien	+11·40
Ödenburg	+11·39
Komorn	+11·37
Martinsberg	+11·37
Zavalje	+11·33
Linz	+11·32
Wilten	+11·28
Klagenfurt	+11·18
Lienz	+11·07
Korneuburg	+11·02

Übersicht der Witterung im Mai 1857.

Beobachtungsort.	Mittlere Temperatur Réaumur	Maximum Tag	Maximum Temp.	Minimum Tag	Minimum Temp.	Mittlerer Luftdruck Par. Lin.	Maximum Tag	Maximum Luftdr.	Minimum Tag	Minimum Luftdr.	Mittlerer Dunstdruck Par. Lin.	Niederschlag Par. Lin.	Herrschender Wind	Anmerkungen und secundäre Extreme.
Kronstadt	+ 9°21	30·5	+16°2	4·3	+ 2°7	314‴62	22·3, 22·5	317‴27	31·9	311‴05	—	49‴61	—	Am 26. 14°6, am 16·9. 316‴68, am 27·9. 311‴91, am 4·3. 316‴12.
Laibach	+11·50	21·6	+21·1	3·3	+ 4·8	325·60	16·3	328·95	31·6	322·00	3‴78	22·50	SW.	Am 29. 19°2.
Lemberg	+10·18	25·6	+19·7	3·3	+ 2·2	325·83	16·6	328·47	27·6	321·84	3·72	35·98	W. S.	Am 21. u. 30. 18°6.
Leutschau	+ 9·15	24·6	+18·4	3·9	+ 2·4	315·77	16·8, 16·6	318·04	27·6	312·36	—	18·82	NW.	Am 29. 16°2, am 22. 18°3.
Lienz	+11·07	20·6, 21·6	+19·8	6·3	+ 3·2	310·84	16·3	313·87	26·9, 31·6	308·27	3·18	11·34	NW.	Am 29. +19°0.
Linz	+11·32	22·6	+20·8	2·3	+ 5·0	322·27	15·3	325·38	26.6	318·22	3·58	49·10	O. W.	Am 30·3. 319‴87.
Lissa	+14·07	22·6	+18·6	1·3	+ 8·5	336·61	16·3	339·76	31·3	332·34	4·74	22·60	W.	Am 28. 18°4.
Luino	+11·41	31·6	+19·0	3·3	+ 3·0	328·93	16·3	332·65	26·6	326·95	—	—	—	Am 18. 19°0.
St. Magdalena	+ 9·17	21·6	+17·5	1·9, 7·8	+ 3·4	303·84	15·9	307·52	31·3	301·81	3·16	35·36	NO.	Am 30. 17°2.
Mailand	+13·20	20·6	+21·5	3·3	+ 5·7	330·64	16·3	334·31	31·7	327·22	3·99	42·82	NO.	Am 26·3. 327‴62.
Martinsberg	+11·37	21·6	+20·5	7·3	+ 1·8	325·91	16·3	328·59	26·9	322·00	3·53	13·37	S.	Am 30. 19°3.
Mediasch	+11·42	30 6	+22·2	4·3	+ 2·6	325·02	23·3	327·26	31·9	321·62	—	57·10	O.	Am 20. 20°5, am 11. 19°7, am 1. 323‴44.
Melk	+11·57	21·6	+20·9	3·1, 7·3	+ 5·0	327·52	15·9	330·77	26·9	323·39	3·78	15·19	W. NO.	Am 29. 17°6.
Meran	+13·31	22·6	+21·9	1·3	+ 7·2	324·72	16·3	328·64	24·3, 11·9	322·50	—	14·26	—	Am 29. 20°2, am 15. 8°6
Obervellach	+ 9·77	21·6	+20·7	2·9	+ 3·7	—	—		—	—		11·22	NW.	
Obir I.	+ 7·59	29·6	+21·5	1·3	— 2·0	—	—		—	—	—	—	—	
Obir III.	— 0·25	29·6	+ 8·5	1·3	—10·0	—	—	—	—	—		—	—	
Oderberg	+10·56	21·6, 23·6	+20·5	2·3	+ 3·1	329·73	16·6	332·65	27·6	325·57		17·76	NW.W.	Am 14. 5°5
Ödenburg	+11·39	22·6	+21·8	7·3	+ 1·5	328·29	15·9, 16·3	331·27	26·9	327·05	—	—	—	Am 30. 21°0
Ofen	+13·33	29·6	+22·0	4·3	+ 4·8	332·92	15·9	335·49	31·9	328·80	4·16	2·86	W. SO.	
St. Paul	+10·13	21·6	+19·8	16·3	+ 1·7	320·73	15·3	324·19	26·9	317·25	3·31	23·16	SO.	
Perugia	+ 9·63	22·	+15·9	1·	+ 3·0	318 83	16·	322·01	30·	315·86	—	52·27	S.	
St. Peter	+ 7·31	21·6	+15·0	2·3	— 0·6	290·77	15·3	293·64	26·9	290·77	2·58	17·90	NO.	
Pilsen	+10·52	22·6	+22·4	7·3	+ 0·5	324·83	26·6	328·03	26·6	320·64	—	—	NO. W.	Am 29. 18°1, am 4. 1°8, am 15. 2°8.
Plan	+ 5·55	16·6	+13·0	1·3, 2·4	+ 0·0	277·45	16·3	280·19	26·9	275·24	—	28·61	NO.	Am 22. 12°9, am 28. 0°8, am 15. 3°2.
Prag	+11·51	21·7	+24·0	7·3	+ 0·7	329·35	15·3	332·78	26·7	324·52	3·37	14·40	*)	*) Mittlere Windrichtung OSO.
Pregratten	+ 7·64	20·6	+19·7	17·3	— 1·2		—				—		W. O.	Am 21. u. 29. 18°0, am 2. 0°0, am 6. 0°5.
Pressburg	+12·28	21·6	+21·2	6·3	+ 4·0	331·14	16·3	334·00	26·9	326·89	3·60	9·19	NO.	Am 29. 20°8.
Pürglitz	+ 9·80	22·6	+18·6	7·3	— 0·5	323·74	15·3	327·21	26·9	318·95	4·17	29·31	O.	Am 26. 18°0.
Raggaberg	+ 5·15	29·6	+12·0	2·3	— 3·0	—	—	-	—	—		-	—	
Ragusa	+14·39	29·6	+19·8	1·3	+10·7	334·75	31·3	330·91	16·9	337·01	—	52·20	SO.	Am 14. 18°3.
Reichenau	+ 8·35	—		3·3	0·0	313 59	15 9	316·72	26·6	310·09		—	O. NO.	Am 7. 2°0.
Rom	+15·07	30·	+22·4	1·	+ 4·4	333·47	16·	337·88	30·	329·68	·	21·39	SW.	
Rosenau	+10·00	21·6	+18·6	4·3	+ 0·9	324·75	22·3	327·27	31·6	321·24	3·66	16·44	N. S.	Am 16·3. 327‴19, am 30. 18°2.
Rzeszow	+10·17	21·6	+22·8	3·3, 4·3	+ 2·6	328·90	16·4	331·98	27·7	324·30	—	10·15	SW.	Am 22·3. 330‴86.
Sachsenburg	+ 9·33	21·6	+20·8	16·3	+ 3·6	315·33	15·3	312·94	26·9	318·71	3·20	15·12	O.	
Saifnitz	+ 9·51	21·6	+17·6	1·9	+ 3·6	—	—	—	—	-	—	23·60	O.	
Schemnitz	+ 9·48	21·6, 30·6	+16·8	3·3	+ 2·4	313·94	16·3	316·35	31·3	310·59	—	3·72	SW.	
Schössl	+10·60	22·6	+22·8	6·7	+ 2·6	324·54	15·3	327·43	26·9	320·07	3·16	8·70	NW.	Am 30. 18°8.
Semlin	+13·60	21·6	+22·8	5·3	+ 7·6	333·78	17·3	336·57	31·3	330·11	—	19·46	SO.	Am 30. 19°2, am 10. 19°5.
Sexten	+ 7·08	22·6	+14·9	15·3	— 0·3	—		-	-	—		-	N. SO.	Am 15. 14°8, am 29. 13°9, am 6. 0°0.
Smyrna	+16·28	30·6	+24·5	17·9	+ 9·0	339·18	17·9	340·62	31·3	337·76	—	11·50	sw. so.	Am 9. 21°0, am 2. 11°0.
Sulden	+ 4·39	21·6	+14·0	4·3, 14·3	— 3·0	339·18	4·6	341·71	6·6	337·21		10·08	NW.	Am 27. 0°0 u. 10°0, am 17. 9. 340‴52, am 31·3. 337‴76.
Tyrnau	+11·42	21 6	+21·0	7·4	+ 4·2	331·14	16 3	334·29	26·9	327·05	3·87	7·63	N. SW.	Am 30. 20°2.

Beobachtungsort nach der mittleren Temp. geordn.	Mittlere Temperatur Réaumur
Wallendorf	+11·01
Kremsier	+10·86
Schössl	+10·60
Oderberg	+10·56
Brünn	+10·55
Tröpolach	+10·53
Pilsen	+10·52
Hermannstadt	+10·50
Frauenberg	+10·49
Kremsmünster	+10·46
Bodenbach	+10·41
Czaslau	+10·41
Gresten	+10·40
Bludenz	+10·38
Kirchdorf	+10·34
Lemberg	+10·18
Rzeszow	+10·17
Althofen	+10·14
St. Paul	+10·13
Krakau	+10·05
Rosenau	+10·00
Jaslo	+ 9·97
Trautenau	+ 9·97
Czernowitz	+ 9·96
Pürglitz	+ 9·80
Obervellach	+ 9·77
Weissbriach	+ 9·75
Perugia	+ 9·63
Saifnitz	+ 9·51
Schemnitz	+ 9·48
Markt Aussee	+ 9·41
St. Jakob I.	+ 9·38
Kahlenberg	+ 9·37
Sachsenburg	+ 9·33
Admont	+ 9·29
St. Jakob II.	+ 9·27
Kesmark	+ 9·22
Kronstadt	+ 9·21
St. Magdalena	+ 9·17
Leutschau	+ 9·15
Deutschbrod	+ 9·06
Alt-Aussee	+ 9·04
Reichenau	+ 8·35
Innichen	+ 8·20
Gastein	+ 7·66
Pregratten	+ 7·64
Obir I.	+ 7·59
St. Peter	+ 7·31

Beobachtungsort.	Mittlere Temperatur Réaumur	Maximum		Minimum		Mittlerer Luftdruck Par. Lin.	Maximum		Minimum		Mittlerer Dunstdruck Par. Lin.	Niederschlag Par. Lin.	Herrschender Wind	Anmerkungen und secundäre Extreme.	Beobachtungsort nach der mittleren Temp. geordn.	Mittlere Temperatur Réaumur
		Tag	Temp.	Tag	Temp.		Tag	Temp.	Tag	Temp.						
Trautenau . . .	+ 9°97	—	—	2·3	+ 1°3	320‴50	15·9	322‴53	27·6	316‴41	—	40‴90	O. NW.	Am 14. 5°2, am 8. 2°0.	Sexten	+ 7·08
Trient	+14·61	19·6	+22°3	3·3	+ 7·5	330·00	16·3	333·60	31·3	327·30	—	—	SW.	Am 29. 20°0.		
Triest	+14·82	22·6	+20·8	1·3	+ 8·3	335·80	16·9	338·34	31·9	332·29	—	40·00	WNW.	Am 20. 20°0, am 30. 18°2.	Unter-Tilliach .	+ 6·73
Tröpolach . . .	+10·53	21·6	+19·9	3·3	+ 4·0	313·90	15·3	316·89	26·9	311·06	3‴31	20·30	O.		Inner-Villgratten	+ 6·14
Unter-Tilliach .	+ 6·73	21·6	+16·1	15·3	+ 0·0	—	—	—	—	—	—	—	W. O.	Am 29. 14°6, am 1. u. 6. 0°2.		
Udine	+14·50	21·6	+24·0	1·3	+ 8·0	—	—	—	—	—	—	—	—		Plan	+ 5·55
Venedig	+14·26	22·6	+22·6	1·3	+ 8·0	336·46	16·3	339·95	31·6	331·59	4·77	25·99	SO.	Am 30. 19°4.	Kalkstein . . .	+ 5·21
Wallendorf . . .	+ 11·01	30·6	+20·4	3·9	+ 3·6	322·28	22·3	325·14	31·9	318·70	3·94	31·72	O. NO.	Am 16·3. 324‴39, am 17. 6°2, am 31. 13°8.	Raggaberg . .	+ 5·15
Weissbriach . .	+ 9·75	21·6	+19·2	[illegible]	+ 4·0	—	—	—	—	—	—	12·40	W.		Sulden . . .	+ 4·39
Wien	+11·40	21·6	+22·1	3·6	+ 3·0	329·32	15·5	332·50	26·	324·63	3·39	17·76	NW NNW	Am 29. 20°6.		
Wilten.	+11·28	22·6	+21·0	2·3	+ 2·1	313·65	16·3	316·90	26·6	310·42	—	17·98	WSW.	Am 15. 2°6.	Obir III. . . .	— 0·25
Zavalje	+11·33	29·6	+20·4	1·3	+ 4·8	320·20	16·3	323·74	19·6	316·80	—	19·62	N.	Am 21. 20°2.		

Verlauf der Witterung im Mai 1857.

Bis zum 10. blieb die Wärme noch zurück, erreichte um den 2. in den westlichen Alpen und wieder um den 7. das Minimum, welches von einem secundären Maximum des Luftdruckes begleitet war, das absolute Maximum des Luftdruckes am 15. hatte nur im O. und SO. das Minimum der Temperatur (Semlin, Smyrna) neben sich, das Maximum der Temperatur am 21. hatte an keiner Station den höchsten Luftdruck zur Seite, es trat derselbe am 24. ein.

Die Trockenheit war auch in diesem Monate noch bedeutend, nur der Regen am 30. in den westlichen Stationen wie Bludenz, Kremsmünster, Linz, in Wien und im südöstlichen Ungarn am 31., unterbrach den fühlbaren Regenmangel. In Siebenbürgen, Mediasch, Kronstadt, Hermannstadt dagegen machten die grossen Niederschläge am 2. und 15. die Witterung zu einer bedeutend kühlen. Eine Auffallende Erscheinung war der weit verbreitete Höhenrauch vom 17. bis 21.

Admont. Regen am 1. 5. 6. 7. 8. 9. 12. 13. 14. 17. 18. 19. 25. 27. 28. 31., am 13. 5‴54, Nebel am 1. 2. 3. 4 6. 8. bis 12. 16. 20. 29., am 6. Schnee bis 1500′, am 11. um 8^h 30′ Blitze im OSO., am 12. um 3^h 30′ Donner.

Agram. Regen am 1. 3. 4. 12. 13 17. 19. 24. 25. 26. 27. 30. 31., am 30. 14‴33. am 1. mit Hagel um 2^h 30′ (in der Grösse von Maiskörnern) durch 10 Minuten mit kleinem Verbreitungsbezirk, am 2. und 6. Mondkranz; am 17. um 2^h 35′ Gewitter aus WSW. bei Drehung des Windes von S. über W. nach NNW^3 mit heftigem Gussregen, die Temperatur um 2^h 19°1, fällt auf 15°2 bei heftigem Gussregen. Ende um 2^h 50′ bei 13°7, Regenmenge 0‴88, am 19. um 4^h 38′ Gewitter aus NW. bei S. in NW^6 endet um 5^h 15′, am 27. um 11° Morgens rasch vorüberziehendes schwaches Gewitter aus W., Abends vollendeter Regenbogen; am 28. und 29. Mondkranz; am 30. Mai um 6^h 7′ heftiges Gewitter aus NO., Blitze oft kugelförmig, strömender Regen, Ende um 9^h. (Vom Neusiedler-See bemerkte ich an diesem Abende gleichzeitig viele schwache Blitze am Horizonte von SSO. über S. und SSW.)

Althofen. Regen am 3. 12. 19. 22. 24. 30. 31., Gewitter am 12., am 17. Höhenrauch. Bei dem Gewitter am 12. zündete der Blitz bei fast heiterem Himmel.

Aussee, Markt. Regen am 5. 7. 9. 13. 16. bis 19. 28. bis 31., vom 30. auf 31. 14‴56, am 15. 10^h Ab. schnell erscheinendes und ebenso schnell verschwindendes Meteor im W., am 16. Morg. ziemlich starker Reif, besonders auf der Südseite, am 16. und 17. Ab. Gewitter, am 29. Blitze.

Aussee, Alt. Regen am 5. 6. 7. 13. und 14. 17. 18. 19. 27. 28. 30. 31., Regen am 31. 19‴92, Nebel am 13. 30. und 31. Am 11. Mai ist der Schnee an der südlichen Abdachung des Loser oder Augswaldes bis an den oberen Rand der Waldregion geschmolzen.

Am 16. August von 7^h bis 8^h Ab. Gewitter.

Bludenz. Regen am 1. 2. 3. 5. 12. 13. 17. 18. 19. 23. bis 27. 30. 31., am 31. 8‴47, am 1. Schnee bis 1000′, der von jetzt an auch weiter hinauf zurück geht, am 2. Reif und sehr starker Thau, am 3. Thau, brennende Abendröthe, am 4. starker Thau, am 5. kalter NW. Wind, ebenso am 6. Bis 11. veränderliche Wechselwitterung, doch ohne Regen, am 12. wenig Schnee auf den Hochalpen, am 13. nach 5 Uhr Ab. östlich von Bludenz durch 10′ haselnussgrosser Hagel. am 14. kalter NW. Abendroth, am 15. Schnee auf der Sonnenseite bis 6000′ hinauf weg, am 16. starker Ostwind, am 17. und 18. Regen, zuletzt auch in grosser Höhe (7500′), am 18. um 5^h 30′ schwaches vorübergehendes Gewitter, am 19. zunehmende Wärme, am 20. Ab. O^{6-7}, am 21. 22. und 23. warm, am 23. starker Föhn, dann regnerisch und abgekühlt bis 31., am 25. um 9^h Ab. Blitze im W., am 27. begannen die Alpenregionen schneelos zu werden, am 28. Bodennebel.

Bodenbach. Regen am 2. 5. 26. 27. 28. 29. 31., am 23. 2‴60.

Bologna. Regen am 2. 4. 5. 6. 10. 11. 12. 14. 18. 23. bis 27. 29. 30. 31., am 2. stürmisch aus NO., am 12. und 13. Blitze. am 19. Gewitter. am 20. und 21. Blitze, am 23. und 24. stürmisch, am 26. und 31. Blitze.

Botzen. Regen vom 30. April auf 1. Mai, am 2. 3. 6. 7. 11. 12. 20. 22. bis 24. 26. 29. 30., am 24. 4‴40.

Am 7. Donner, am 11. Wasserziehen der Sonne, am 13. um 8^h 30′ Blitze im SO., am 19. um 9^h 30′ im N., am 20. um 1^h 30′ schwaches Gewitter, um 8^h 30′ Blitze im N.

Brünn. Regen am 1. 4. 5. 7. 10. 13. 17. 19. 25. 27. 28. 30. 31., am 2. Hagel, am 5. Mondhof, am 10. Gewitterregen im SO. und SSW., am 17. starkes Gewitter im OSO., am 19. um 11^h 45′ Gewitter im SSO., am 20. um 4^h 30′ Ab. im SSO., dünne Nebel waren am 7. 15. 21. 22. 26. 29. Morgens, am 7. mit Reif.

Bukarest. Regen am 2. 7. 8. 9. 15., am 30. und 31. hier kein Regen.

Cairo. Regen am 1. 13. 17. 25., am 1. OSO. (Chamsin), am 1. um 3^h 15' heftiger NW. z. N., zu Zeiten SW., dabei sehr trüb, um 9^h Ab. NO., später heftige Blitze im W., etwas Regen und Donner, Ende des Chamsin, Luftdruck steigt, Temperatur sinkt von 2^h Ab. $+29^{\circ}2$, bis 2. 7^h Morgens auf $15^{\circ}0$; bis 5. Nordwind und Heiterkeit vom 5^h bis 8^h N., NW. und W. wechselnd, am 8. Mittags kleinste Mittagstemperatur des Monates um 2^h $19^{\circ}2$, der Himmel wie am 9. und 10. von weissen Wolken umzogen, am 10. drückende Luft (schwül) bis 12. schwache Wechselwinde aus N. und WNW., um 2^h Drehung des Windes über ONO., am 13. Windstille, nach 10^h 30' Morgens schwacher Südwind (Chamsin), umflorter Himmel, kein Staub, Temperatur um 3^h Ab. auf $31^{\circ}0$, um 7^h Ab. Staub und starker Westwind, um 10^h seltene Regentropfen. Bis 16. grösstentheils heiter und Nordwind, am 16. viele Federwolken, um 3^h Westwind und trüb, am 17. von 6^h bis 6^h 15' einzelne schwere Tropfen, bis 22. grösstentheils heiter und schwacher N., NNO. und NNW. Wind, am 20. um 7^h ziemlich starker Nordwind.

Vom 23. bis 30. Abends vorherrschend NO. und NNO. Wind, am 25. von 7^h 30' bis 7^h 45' Morgens Regen bei NNW. Wind, um 10^h Morg. OSO. (Chamsin), wenig Staub, sonst oft starker NO.

Am 26. bemerkte Herr Dr. Reger ONO. Wind, dann Chamsin (ohne Chamsin-Charakter).

Am 29. und 30. drückend heiss ohne Chamsin-Charakter bei NNO. Wind; am 31. Morgens Windstille, um 10^h 30' SSW. Wind, Horizont nur etwas staubig, Chamsin, um 8^h Ab. noch $28^{\circ}1$, um 11^h $26^{\circ}4$.

Curzola. Regen am 5. 11. 24. 25. 30. 31., am 24. $8'''84$, am 22. um 9^h Ab. Gewitter.

Czaslau. Regen am 1. 11. 27. 30. 31., am 31. $4'''45$, am 6. um 2^h Morg. Gewitter im SO., am 7. und 8. Reif, Minimum $-1^{\circ}4$ und $-1^{\circ}2$, am 9. Reif, am 12. um 7^h Abends Gewitter im N., Morgens starker Nebel, bis zum 24. betrug der ganze Niederschlag nur $0'''60$, am 22. und 23. heftige trockene Südostwinde.

Czernowitz. Regen am 1. 2. 3. 6. 7. 8. 12. bis 19. 24. 27. 28., am 3. $15'''12$, Nebel am 1., am 3. Morg. Sturm aus NNW., am 17. Reif.

Debreczin. Regen am 6. 13. 17. 20. 27., am 5. $2'''46$ mit Gewitter.

Deutschbrod. Regen am 1. 3. 12. 19. 20. 27. 30. 31., am 31. $6'''75$, Nebel am 3. 7. 9. 18., am 11. um 3^h 30' Gewitter aus NO., um 4^h 15' aus NW., am 12. um 1^h 15' aus SO; um 8^h 15' Ab. im NW. Blitze, am 20. um 11^h 45' Morg. Gewitter aus NO.

Nebel am 3. 7. 9.

Ferrara. Regen am 2. 3. 5. 13. 14. 15. 24. 25. 26. 31.

Frauenberg. Regen am 13. 30. und 31., am 31. $19'''92$, fast der ganze Niederschlag des Monats.

Am 15. um 9^h 45' Ab. erschien im SW. plötzlich ein Feuer-Meteor mit bläulichem Lichte, welches nach 2 Secunden gleich einer Rakete zerplatzte und in vielen Funken auseinanderstob. Am 19. um 11^h Morg. Donner, am 26. Ab. Blitze.

Gastein. Regen am 1. 2. 3. 5. 6. 7. 12. 13. 14. 16. bis 19. 24. 27. 30. 31., am 2. mit Schnee, am 19. Schnee bis 7000' nur mehr fleckenweise, am 15. bis 6500', am 23. bis 7500', am 16. um 8^h Ab. Gewitter aus W., am 29. Blitze im NW.

Gran. Regen am 1. 3. 12. 14. 17. 19. 27. 31., am 31. $3'''17$, am 2. Nebel, am 4. Ab. starker Wind, am 12. Gewitter, Abends Wetterleuchten, am 19. von 5 bis 6 Uhr Abends Gewitter.

Gratz. Regen am 2. 3. 4. 6. 10. 17. 19. 24. 25. 27. 30. 31., am 31. $5'''01$, am 17. Nebel. Höchster Wasserstand der Mur am 25. +4'10", kleinster vom 7. bis 10. +2'5".

Gresten. Regen am 1. 2. 5. 10. 11. 13. 14. 17. 18. 24. 25. 26. 27. 30. 31., vom 30. auf 31. $13'''01$.

Am 1. und 2. kurze Regengüsse mit Sonnenschein, am 3. und 4. Reif, am 7. Morg. Höhennebel, ebenso am 8. und 9., am 10. Gewitter von SW. gegen O. und wieder zurück gegen W., bis 3^h 45' ununterbrochener Donner mit Regen, bei Ostwind und Hagel, Abends Nebel im Thale; am 11. Gewitter von 1^h 30' bis 2^h wie gestern, Regen bis 4^h, am 12. um 4^h 30' kurzes Gewitter von O. nach W. ohne Regen.

Am 17. Gewitter von 3^h 45' bis 4' Morgens, am 25. um 3' 30' Gewitter aus SW., nur 3 Explosionen mit etwas Hagel, am 26. um 8^h 30' Ab. Sturm aus NW.; im NW. ein fernes Gewitter mit 3 Explosionen, am 29. um Mittag plötzliches Einhüllen des Ötschers in Wolken, und bald darauf um 5^h 30' fernes Gewitter im S.

Am 30. begann schon hier um 7 Uhr Morgens der Regen und dauerte den ganzen Tag, ebenso am 31. (man vergleiche Wien).

Die Schneehöhe war am 8. auf der Nordseite bis 2800', auf der Südseite bis 3400', auf der Westseite bis 3500' und auf der Ostseite bis 3200' =0·0; am 19. war die Nordseite erst bis 3600', die Westseite bis 5000' schneefrei (0·0), von 3600' bis 6000' war die Schneedecke noch 0·1 bis 0·7. Am 29. ist die Nordseite des kleinen Ötschers 4900' schneefrei, sowie die Westseite am grossen Ötscher. Der grosse Buchstein bei St. Gallen zeigt auf seiner Krone (7009') noch 0·8.

Hermannstadt. Regen am 2. 3. 5. 9. 11. 14. bis 18. 25. 27. 31., vom 2. auf 3. binnen 27 Stunden $36'''53$, am 2. Schneefall bis 2000' herab. Überschwemmung, am 4. Reif, am 5. Rothenthurmer Wind (Föhn).

Am 9. war der Schnee wieder bis 4000' hinauf weg. Am 20. um 2^h 45' anstreifendes Gewitter aus O. mit heftigem Sturm, am 27. Blitze im W.

Herr Prof. Reissenberger bemerkt: Die Witterung dieses Monates war meist kühl und reich an atmosphärischen Niederschlägen, das Wärmemittel desselben ist das niedrigste unter den Monatsmitteln der letzten 7 Jahre und bleibt um $1^{\circ}2$ unter dem 7jährigen Monatsmittel. Ungewöhnliche Wassermassen fielen am 2. aus der Atmosphäre herab und verursachten, nachdem schon durch die beträchtlichen Regenfälle im letzten Viertel des vorigen Monats der Erdboden stark getränkt war, eine Überschwemmung, die sehr bedeutenden Schaden anrichtete. Doch war diese Überschwemmung nicht so bedeutend als jene im Jahre 1851, damals erreichte die Zibin bei Hermannstadt eine Höhe von 12', diesmal nur 9' über den gewöhnlichen Wasserstand.

Jaslo. Regen am 1. 3. 5. 6. 7. 11. bis 15. 19. 20. 25. 26. 27. 28., am 1. $3'''24$, am 25. $3'''70$, Nebel am 5. 6. 9. 10. 12 29. 31., Gewitter am 11. 12. 25. 27.

Inner-Villgratten. Regen am 4. 5. 6. 7. 9. 11. 17. 20. 23. 24. 26. 27. 29. 30. 31., Schnee am 1. 2. 3. 6. 7., am. 1. Nebel, am 7. liegt Schnee bis 4800' herab, am 6. Reif, am 8. Höhennebel, am 11. um 2^h Gewitter mit etwas Hagel (2 starke Explosionen), am 13. Morg. Thau, Ab. Blitze; am 14. NW^7 und Abendroth, am 15. Reif und Abendroth, am 16. Reif, dann W^{6-7}, vom 18. bis 22. Thau, am 20. N^7, vom 23. bis 26. Höhennebel, am 24. Schneefall auf 8000', am 27. Thau, am 28. Reif, am 29. um 7^h 30' Vorm. Gewitter, am 30. und 31. Nebel.

Innichen. Regen am 3. 4. 5. 8. 11. 12. 17. 20. 22. 23. 24. 26. 27. 29. 30. 31., mit Schnee am 1. 2. 6. 7., Schnee am 1., am 11. $5'''20$, am 30. $4'''97$ Regen.

Am 3. Abendroth, am 5. Abendroth, am 6. Reif und Abendroth, am 7. Abend-, am 8. Abend- und Morgenroth, am 9. ebenso, am 10. und 11. Morgenroth, am 11. um 3^h Abends Gewitter, am 12. und 13. Abendroth, am 13. Wetterleuchten, am 15. Abendroth, ebenso am 19. 20. 21. und 28. Häufige Höhennebel (vom 1. bis 10. 12. 19. 22. bis 27. 29. bis 31.), am 15. 16. 21. 28. Reif.

Am 4. 17. 20. war die Windstärke 4, der Mai war nass, trüb, feucht und nebelig, und mehr kühl als warm.

Kahlenberg. Das Tagebuch vom 17. angefangen enthält: Regen am 18. 19. 20. 30. 31., am 31. $2'''38$, am 17. um 7^h Ab. Gewitter, am 19. um 7^h 30′ Morgens, am 21. stürmisch aus SSO. bis O., am 30. nach 6^h Abends Gewitterregen, am 28. und 31. sehr reine Luft.

Kalkstein. Regen am 4. 5. 6. 7. 11. 12. 17. 20. 23. 24. 26. 29. 30. 31., Schnee am 1. 2 .3. 7. 11., am 1. von 7^h Morg. bis 2^h Ab. starker Schneefall, am 2. mit Hagel (Graupenhagel), ebenso am 7. um 2^h Ab. bei O^7, der 18″ hohe Schnee schmilzt wieder, am 10. Thau, ebenso am 11. von 12 bis 2 Uhr Gewitter mit Hagel, Regen, Schnee, ! dann Hagel und Regen bis 3^h, am 13. Reif, Abends Blitze, vom 17. bis 22. Thau, am 19. Morgenroth, am 23. Höhennebel, am 24. Nebel, am 26. Schnee bis 6000′ herab, vom 27. bis 29. Thau, am 29. von 4^h 30′ Vorm. Donner von Osten und Platzregen, um 7^h 30′ Blitz und Donner, am 30. bei 7000′ auf der Sonnenseite schneefrei, auf der Schattenseite bei 5000′, am 30. und 31. Nebel, neuer Schnee bis 6500′.

Kaschau. Regen am 1. 5. 6. 13. 19. 20. 27. 29. 31., am 13. von 10^h bis 2^h Sturm aus NW., am 19. und 20. nach 1^h 15′ Ab. Gewitter und sehr dunstig.

Kesmark. Regen am 2. 5. 6. 9. 12. 14. 28. 30. 31., am 30. $6'''50$.

Kirchdorf. Regen am 1. 4. 5. 9. bis 13. 17. 18. 26. 27. 30. 31.

Am 1. um 4^h fernes Gewitter von NNW. nach SO. und Platzregen; am 4. Reif, am 5. um 8^h Gewitterregen mit kleinem Hagel, am 6. war der Ende April gefallene Schnee endlich von den sonnigen Anhöhen abgeschmolzen; am 9. von 4 bis 6 Uhr Ab. Gewitterwolken im SW., vom 6. bis 10. täglich Reif, am 10. um 4^h 30′ nahes Gewitter aus WSW. mit Hagel von 1/2″ Durchmesser die Körner, der Hagelstreif erstreckte sich in einer Breite von nur 1/2 Stunde, und zog von WSW. nach OSO., Abends Nebel längs der Krems.

Am 11. starker Thau, um 4^h 30′ fernes Gewitter im N., um 5^h 30′ Gewitterregen mit kleinem Hagel; am 12. Morg. starker Thau, um 4^h fernes Gewitter, von W. nach O. ziehend, Abends Streifregen; am 13. von 7^h 30′ bis Mittag Gussregen, um 1^h 30′ fernes Gewitter von W. bis NO., um 2^h 45′ nahes Gewitter aus W., um 4^h 40′ fernes im W., ersteres mit Regen.

Am 15. um 9^h 40′ ein prachtvoll bläulichglänzendes Lichtmeteor, 20° über dem Horizonte, durch 3 Secunden die Nacht mit Vollmondshelle beleuchtend, gegen NW. ziehend und einen feuerig-rothen Streif durch 1 Secunde hinterlassend.

Am 16. Gewitterwolken von W. nach SW. ziehend, um 12^h 30′ fernes Gewitter aus W.

Am 17. die Berge mit Höhenreif umzogen, um 7^h und 9^h ferne Gewitter aus W., um 10^h heftiger Gussregen.

Am 18. Höhenrauch, der die Berge mit einem bläulichen Schleier überzieht.

Am 21. ist die Schneegrenze bis 3000′ hinaufgerückt, am 22. von Morgens Drehung des Windes aus SSO. über W. nach NO., um 3^h 45′ Gewitterwolken von SW. nach W. ziehend, am 24. grosser Sonnenhof, am 25. Blitze im WSW., am 26. um 11^h und 2^h 30′ grosser farbiger Sonnenhof, um 5^h 45′ fernes Gewitter von W. nach NO. ziehend, um 7^h schnell heranziehende Wolkenwand (H^5), schnell bei W^8 über den Zenith ziehend, um 8^h Regen.

Am 29. Sonnenhof, von 8 bis 12 Uhr Gewitter im WSW. nach NO. ziehend, am 30. und 31. hier schon Regen.

Klagenfurt. Regen am 9. 12. 17. 24. bis 27. 30. 31., am 30. $8'''71$, am 1. 2. 3. kalte Ostwinde, am 12. Gewitter mit Sturm aus NW., am 14. kalter Ostwind, am 15. Schneegrenze am Nordabhange der Gebirge 3200′, am 17. Gewitter mit Sturm aus NW., am 25. Blitze, am 31. kalter Ostwind, die Schneegrenze reicht bis 4900′ herab.

Abweichungen vom vieljährigen Mittel (— darüber) Luftdruck $-0'''19$, Temperatur $+0^\circ 82$, Feuchtigkeit 0, Niederschlag $21'''75$, nur in den Jahren 1817, 1828, 1833, 1834, 1835, 1853, 1855 ist noch weniger Niederschlag verzeichnet, in den letzten 2 Tagen fielen fast 3/5 des ganzen Niederschlages im Monate.

Komorn. Regen am 31.

Krakau. Regen am 1. 4. 7. 11. 13. 27. 30. 31., am 31. $10'''53$. Nebel am 2. 4. 10. 20. 21., am 11. und 13. Gewitter, am 19. Höhenrauch, am 25. Blitze, am 31. Gewitter.

Kremsmünster. Regen am 1. 5. 12. 13. 17. 26. 27. 29. 30. 31., am 25. $11'''95$, am 30. $10'''20$.

Am 1. um 4^h Ab. entferntes Gewitter im SO., schwach und von kurzer Dauer, am 14. Morg. Reif, am 11. um 4^h 50′ Ab. im SW. entferntes Gewitter mit Hagel. Am 12. nach 2^h Ab. fernes Gewitter im NO., um 3^h im W., zieht nordwärts vorüber and dauert bis 4^h, am 13. um 12^h Mitt. Gewitter im NO., zieht nach Ost; um 1^h Gewitter im Süden mit Hagel, um 3^h entferntes Gewitter im N., zieht ostwärts bis 4^h.

Am 16. im Thale an der Krems schwacher Reif, am 17. um 5^h Ab. Gewitter im N., zieht gegen O. und SO., beständiges Rollen des Donners mit Hagel im NO., vom 19. bis 23. schöne warme Tage, am 23. von 10 bis 11 Uhr Ab. öftere Blitze im SW. — Der Himmel hier heiter.

Am 25. von 9 bis 11 Uhr Ab. anhaltendes Blitzen im W. und SW. — In den Vorbergen ist der Schnee aufgelöst. Am 26. um 6^h Ab. Gewitter im W., mit starkem SW. Winde, zieht nahe auf der Nordseite vorüber, nächste Explosion 6 Secunden Intervalle, der Blitz schlug in einem Meierhofe N. ein, zündete und äscherte das Gebäude ein, dauert bis 8^h Ab. und verschwindet im NO., dabei starker Regen mit kleinem Hagel, am 29. um 8^h 30′ Ab. im W. starkes Blitzen, das Gewitter zog entfernt nordwärts vorüber. Nach 2^h Morgens am 30. Blitze und ferner Donner im NO.

Am 31. allgemeiner Landregen, im Gebirge fällt Schnee.

Kronstadt. Regen am 2. 8. 10. 14. 15. 17. 18. 20. 27. und 28., am 2 $28'''98$. am 2. um 7^h und 10^h 30′ Gewitter aus W., von Früh bis in die Nacht hinein ununterbrochener Regen, um 5^h Ab. fielen mit dem Regen zugleich dichte Schneeflocken, am 4. fiel im Gebirge reichlich Schnee, welcher noch die Berge bis 3000′ herab bedeckte. Am 4. Reif an freien Orten, um 10^h Ab. grosser Mondhof, am 5. Vor- und Nachmittags sehr windig, Abends Sturm aus S. Am 7. um 6^h 45′ Gewitter aus S., um 9^h Wetterleuchten im NW., am 8. um 10^h Ab. Regen, am 10. um 3^h 45′ Ab. Strichregen, am 14. um 8^h Ab. Regen, am 15. den ganzen Tag bis in die Nacht hinein feiner Landregen, am 17. an freien Orten Reif, gegen Abend wenig Regen, am 18. Vormittag Regen, am 20. von 3 bis 4 Uhr Ab. Gewitter und Regen aus W., am 21. von 4 bis 5 Uhr Morg. dichter Nebel.

Am 26 um 9^h Ab. Blitze im S., am 27. um 10^h 30′ Morg. Strichregen, um 5^h Ab. Gewitter und Regen aus W., am 28. um 1^h 30′ bis 4^h 30′ Regen, am 30. Nachm. und Abends ziemlich starker Südwestwind.

Laibach. Regen am 1. 2. 12. 13. 14. 17. 24. 26. 27. 28. 31., am 13. Gewitter von 1^h 40′ bis 2^h 30′ Ab.

Lemberg. Regen am 1. 3. 4. 5. 6. 8. 13. 14. 16. 19. 24. 25. 26. 27. 28. 30., am 27. $10'''00$, am 3. mit Schnee, am 12. von 9^h bis 9^h 30′ Blitze, am 25. Gewitter im SO., am 26. im W., am 27. im SW., am 30. von 3^h 30′ bis 4^h Ab., am 31. Blitze im O.

Leutschau. Regen am 1. 4. 5. 6. 8. 11. 12. 13. 19. 20. 25. 27. 28. 29., am 1. $5'''19$, am 2. und 3. stürmisch aus N., am 11. kleiner Hagel, am 11. vor 12^h Mitt. Gewitter aus SSO., am 13. nach 12^h Mittags, vom 19. bis 21. sehr dichter Höhenrauch, so, dass das Hochgebirge kaum zu sehen war, und die von der Sonne beleuchteten Gegenstände nur einen undeutlichen, verwischten Schatten gaben.

Am 25. um 2^h Gewitter gegen SW.; am 27. von 11^h 40′ das erste stärkere Gewitter, am 31. gegen N. und S.

Lienz. Regen am 1. 2. 3. 5. 6. 11. 17. 23. 24. 26. 30. 31., am 24. $3'''24$. am 1. Abendroth, vom 1. bis 3. Strichregen, im Hochgebirge Windwolken (Schneesturm), am 3. wechselnde Bewölkung, Abendroth, am 4. sehr feiner Regen, am 5. Staubregen und Abendroth, Stäuben der Berge; am 6. sehr starker Thau und etwas Reif, feiner Regen von 8^h Vorm. an, am 7. Staubregen im Hochgebirge, vom 9. bis 14. starker Thau, am 10. wechselnde Menge der Wolken, am 11. um 1^h 45′ Strichregen, am 12. von 4 bis 5 Uhr, am 13. von 3 bis

6 Uhr stossweise NW^5, am 14. wechselnde Bewölkung, am 15. wenig Thau, sehr schwacher Reif, am 16. Thau, von 3 bis 4 Uhr NW^5, am 17. um 11^h Strichregen mit NW^5, am 18. wechselnde Bewölkung und Abendroth, am 19. starker Thau und Abendroth, ebenso am 20. 21. 22. 23., vom 14. bis 22. sehr reine Luft (kein Höhenrauch).

Am 23. feiner Regen den ganzen Vormittag, um 12^h etwas Ausheiterung aus SO. bis 6^h, dann Wolkenzug aus SW. und W^5, Abends Blitze über den ganzen Horizont, um 10^h Regen bei SO.

Am 24. Morg. Schnee bis 8500', von 8^h an Nebel und Regen, dann gelichtet, Spritzregen und Drehung des Windes, Abends Ausheiterung aus N., nach 10^h ganz trüb.

Am 25. wechselnde Bewölkung und Regentropfen, ebenso am 26., aber öfter Regen, um 5^h Abends Ausheiterung aus NW., schwaches gelbes Abendroth; Schleinitz bis 8000' herab schwach angeschneit.

Am 27. um 18^h Ab. Ausheiterung von N., am 28. starker Thau, aber von West her sich trübend.

Am 29. um 8^h Morg. Ausheiterung aus W., Nachmittags Strichregen in der Umgebung, um 4^h 30' ein drohendes Gewitter im W., das von SW. nach NO. zog, und wobei es in Aineth und Oberdrum 2 und 1 Stunde nach W. von Lienz schwach hagelte, hier blos 4maliger Donner und 15' lang NW^7, kein Regen, am 30. dunstig und feiner Regen, am 31. feiner Regen, herbstlich, Abends die Bergspitzen bis 7000' herab fein angeschneit.

Ende Mai reichte die Schneelinie auf der Nordseite bis 4500', auf der Südseite nur mehr bis 7000' herab, die Alpenwiesen begannen grün zu werden. Herr Keil bemerkt, dass seit dem Beginne der Beobachtungen in Lienz (1852), noch keine so sehr mittlere Maitemperatur aufgezeichnet wurde. (Vergl. Hermannstadt.)

Linz. Regen am 1. 5. 12. 13. 17. 27. 30. 31., am 30. $9'''98$, am 1. Strichregen, am 3. Morgenroth, am 4. Höhenrauch, Sonnenhof, glühendes Abendroth, am 7. Morgenroth, am 9. schwächer, ebenso am 10.; von 5 bis 7 Uhr Ab. fernes Gewitter im NO., Regen im SO., am 11. Höhenrauch.

Am 12. ferne Gewitter, am 13. Vormittags öfterer Regen und Donner, Abends zwischen 5' und 7^h Gewitter mit $7'''80$ Niederschlag, am 14. Abendroth.

Am 17. Höhennebel, um 4^h Ab. Gewitter mit (haselnussgrossem) Hagel, um 5^h 35' durch 4' und später wieder, die Masse hatte nicht Eis-, sondern Schnee-Consistenz. Die NNW. gelegenen Berghöhen erschienen wie mit Schnee bedeckt. Nach 6 Uhr noch häufiges Rollen des Donners und Regen, der in Bächen abströmt und die angeschwemmten Hagelkörner fortschwemmt. Niederschlag binnen 2 Stunden $5'''80$. Die Stadt Linz wurde von dem Hagelwetter nicht erreicht. Nur in dem äussersten, dem Freienberge zugekehrten Theile, fielen einige Körner, am 19. Morgennebel, am 20. schwaches Abendroth, am 21. Höhenrauch, ebenso am 22.

Am 26. um 7^h 25' Ab. heftiger Gewittersturm aus W., der Äste von den Bäumen bricht, stauberfüllte Luft, im S. häufige, zur Erde fahrende Blitze, Nachts stürmisch, ebenso am 27., mit Regen.

Am 29. Ab. Blitze, Nachts Gewitter, am 30. Morgennebel.

Der ausgedehnte Landregen begann hier schon am 30., hielt auch am 31. den ganzen Tag an.

Lissa. Regen am 1. 3. 4. 5. 11. 17. 24. 29. 30. 31., am 30. $7'''40$, am 1. $6'''04$, am 1. mit Gewitter und Hagel, am 24. mit Nebel und Blitzen, am 30. Blitze.

St. Magdalena. Regen am 3. 11. 13. 15. 18. 21. 24. 25. 26. 27. 31., am 26. $8'''96$, am 3. ziemlich starker Reif, am 12. erstes Gewitter im NO., am 28. Abends Wetterleuchten im NW.

Mailand. Regen am 4. 6. 10. 12. 20. 23. 25. 30., vom 23. auf 24. $20'''00$, am 10. von 4 bis 6 Uhr Gewitter, am 12. von 6^h 20' bis 6^h 35' ebenfalls, am 24. um 7^h 30' Sturm und Gewitter, am 31. um 6^h 10' Ab. Gewitter mit starkem Regen, vermischt mit Hagel.

Martinsberg. Regen am 4. 5. 12. 18. 19. 22. 25. 26. 27. 31., am 31. $6'''72$, am 1. Hagel und Nebel, am 2. Reif, am 3. ebenfalls, am 4. um 5^h Ab. Graupenfall, am 6. und 7. Reif, am 12. von 6 bis 7 Uhr Ab. Gewitter, am 25. um 12^h Mittags fernes Gewitter, am 30. Blitze im SSO., am 26. Mondhof.

Mediasch. Regen am 2. 3. 5. 14. 15. 16. 17. auf 18. 27., am 3. $22'''50$, am 19. Nebel, am 20. Gewitter, am 21. Nebel, am 31. war es hier fast heiter.

Melk. Regen am 1. 2. 3. 5. 6. 12. 13. 17. 18. 19. 24. 25. 26. 27. 30. 31. In der Nacht vom 30. April auf 1. Mai Schnee, am 2. sehr wechselnde Bewölkung, am 2. Auflösung des Schnees in der Ebene, auf den Bergen aber nur zum Theil, um 1^h 30' Drehung des Windes, dann Sturm aus W.

Am 3. kühler NO. Wind, nach 10^h trüb, gegen W. wenig Regen, am 4. Thau und Spuren von Reif, Schnee bis 2800' verschwunden, am 5. bis 3000' (Jauerling), am 6. und 7. rauher NO. Wind, am 8. Thau und wenig Reif, am 9. schöne Federwolken aus NO., reiner Sonnenuntergang, am 10. Spuren von Reif, um 3^h Ab. gewitterartige Wolkenansammlung aus S., um 4^h Donner, hier feiner Spritzregen, gegen S. aber Gussregen, sofort fast heiter bis 12^h Mittags, um 2^h Ab. starkes Gewitter im N., viele Blitze, Nachts heiter.

Am 12. starker Thau und dichter Bodennebel, der später als Höhennebel abzieht, um 10^h 30' Windstille, dann Gewitter aus NW., Intervalle 1'' bis 4'' und Hagel durch 15', zuerst erbsen- dann haselnussgross, einige rund, andere mehr oder weniger eckig, der Regen dauerte noch 1 Stunde, bis 15. sehr wechselnde Bewölkung, am 15. Sonnenhof, am 16. Morgens grosse Abkühlung, starker Thau, dünner Nebel.

Am 17. Mittags höhenrauchartige Dunstnebel mit eigenthümlichem Geruche.

Am 18. regnerisch gegen NW., Aufthürmen von finsteren Staubwolken, Höhenrauch.

Am 19. starkes Morgenroth, Tages über Regentropfen, um 7^h ferner Donner und Blitze, der Wind wird zum Sturm aus WO^0, nach einer halben Stunde wieder schwacher SO. vom 20. Abends bis 24. Mittags grösstentheils heiter, dann Höhenrauch und regnerisch.

Am 26. seit 8^h Abends fernes Gewitter, nach Mitternacht Sturm aus NO. dann SW., am 26. 27. 28. nach Sonnenuntergang Drehung des Windes von SW. nach O., am 29. Morgens Nebel.

Am 30. Morgens warmer SW. Wind, dicht bewölkt, um 1^h 30' Donner, Streifregen, dann dauernder Regen, auch bis 31. Abends.

Meran. Regen am 20. 23. 24. 26. 30. 31., am 24. $4'''56$, am 20. um 2^h Ab. Blitz und Donner mit heftigem Regen, die Temperatur sinkt von 1 bis 2 Uhr von 22° bis 14°.

Obervellach. Regen am 1. 3. 7. 9. 17. 24. 26. 30.

Oderberg. Regen am 1. 3. 5. 7. 18. 24. 25. 27. 28. 30. 31., am 27. $4'''31$, am 2. Lichtkranz um den Mond, am 4. um 5^h 24' Ab. Sturm, vom 6. auf 7. starker Reif, am 9. Nebel, vom 9. auf 10. starker Reif, am 11. um 3^h fernes Gewitter, am 12. Nebel, um 9^h Ab. Blitze gegen S., am 16. Nachm. Staubwolken (Höhenrauch?), am Gebirge bis 21. oft Nebel, am 21. Morgens stark, die Sonne beim Aufgange roth, am 22. um 2^h 37' Gewitter, 12 hörbare Donner, am 24. Früh Nebel, um 10^h 42' Sturm aus O., am 25. Nebel, um 2^h 6' Ab. Gewitter (9 Explosionen), dann wieder um 5^h 38'; um 8^h 25' Blitze im N. und O.

Am 27. um 11^h 45' Gewitter bis 1^h 58', dann Sturm.

Am 30. seit 8^h 20' Ab. Regen bis 11^h, am 31. von 4^h 26' bis 1. Juni 3^h 48' Morgens.

Ofen. Regen am 5. 19. 31.

Ödenburg. Regen am 5. 19. 20. 25. 27. 31., am 20. Gewitter im S., und 2 Stunden von Ödenburg im Walde Hagel, um Mitternacht starker Wind.

Am 30. hier kein Regen, am 31. nur Mittags.

St. Paul. Regen am 1. 5. 10. 12. 13. 14. 17. 19. 24. 27. 31., am 31. $17'''16$, Nebel am 1. 2. 6. 11. 12. 13. 16. 17. 18. 19. 20. 22. 25. 28., vom 15. bis 17. Höhenrauch, am 17. Gewitter mit NW., am 26. Nachts SW. Sturm, am 18. und 19. nebelartiger Höhenrauch.

St. Peter. Regen am 3. 7. 13. 16. 17. 19. 24. 26. 30. 31., am 1. und 2. Schnee, am 16. um 9^h NW. Sturm nur $10'$ aber sehr heftig dauernd.

Pilsen. Regen am 1. 4. auf 5. 12. 20. 25. 27. 30. 31., am 12. um $2'$ Ab. Gewitter, am 17. Höhenrauch, am 18. ringsum im Horizonte Nebel, am 19. Blitze im NW., am 27. Gewitter im NO., am 30. Gewitter im W., Nebel war noch am 15. im NO., am 16. im NW., am 29. sehr dicht.

Plan. Regen am 3. 5. 6. 7. 10. 11. 17. 24. 26. 30. 31., am 24. $9'''24$, am 28. starker N., dann NO. Wind. Es fiel den ganzen Monat kein Schnee, hier eine Seltenheit.

Prag. Gewitter am 11. um 6^h und 8^h, am 17. um 2^h $30'$ aus NW., am 26. um 10^h aus SW. und O.

Pregratten. Regen am 6. 7. 23. 24. 26. 29. 30. 31., am 1. SO^5, Schnee und Nebel, am 13. Blitze, am 14. NW^8, am 15. Reif, dann NW^8, am 17. NW^9, 20. Abendroth, am 21. Thau, dann S^5, am 24. Nebel, am 26. S^5, am 27. SW^5 und Blitze, am 27. und 28. Abendroth, am 30. und 31. Nebel.

Pressburg. Regen am 1. 5. 10. 12. 17. 19. 25. 27. 31., am 31. $4'''66$, am 5. Mondhof, am 7. Reif auf den Anhöhen, am 10. um 3^h $15'$ Gewitter in der Nähe, am 12. Wetterleuchten im NO., am 14. Morgens Windstösse aus WNW^8, am 17. um 8^h Ab. Gewitter im SW., um 6^h $30'$ in Gänserndorf, am 19. Gewitter vom SW., vom 18. bis 20. war die Atmosphäre sehr raubig, am 30. kein Regen, am 31. von 7^h $15'$ bis Mittags Regen.

Pürglitz. Regen am 1. 13. 20. 26. 27. 28. 31., am 31. $15'''04$, am 3. 4. 6. Reif, am 12. um 1^h $30'$ Donner, am 12. um 6^h Ab. im W. und NW. Gewitter, um 8^h näher, am 14. und 15. Morgens Reif, am 17. Vormittag von 9^h $30'$ bis Ab. Höhenrauch, am 10. um 10^h $30'$ Donner dann Höhenrauch, am 25. Gewitter im O., am 30. von 10 bis 12 Uhr Morgens Regen, am 31. aber den ganzen Tag.

Ragusa. Regen am 5. 11. 15. 18. 24. 29. 30. 31., am 30. $12'''00$, am 18. um 8^h Ab. Gewitter aus NO.

Am 22. um 7^h $54'$ wellenförmiger Erdstoss durch $2''$, am 24. um 8^h $45'$ starker Regen und Blitze von SW. bis NW.

Reichenau. Regen am 4. 10. 19. 30. und 31., am 3. starker Reif, am 8. Reif, am 10. Gewitter von S. nach NO., am 19. um 10^h Gewitter bis 2^h Ab., am 20. um 12 Uhr.

Rom. Am 1. Gewitter und Sturm im O. um 5^h Ab., auf den Bergen Schnee, am 23. Gewitter im O., am 29. um 7^h Morgens, am 30. heftiger Gewitterregen.

Rosenau. Regen am 2. 8. 13. 18. 19. 20. 21., am 23. $4'''74$, am 13. Gewitter, am 25. Donner, ebenso am 31. — Am 19. 20. und 21. war die Atmosphäre beständig mit dünnem Nebelschleier verhüllt, auch bei sonst reinem Himmel (also Höhenrauch).

Rzeszow. Regen am 3. 4. 6. 11. 13. 15., am 13. $3'''23$, am 12. Gewitterwolken von S. nach NO., am 12. um 4^h $30'$ Gewitter im S., um 6^h Donner, um 6^h $20'$ im NO. endend, am 18. Morgens sehr dichter Nebel.

Am 19. 20 und 21. bis Mittag war das Firmament mit einer Art Dunst, gleichsam wie Staubwolken, zum grössten Theil umgeben (Höhenrauch).

Am 23. sehr schöne Abendröthe, am 25. von 3^h $15'$ Gewitter im SO., schwach gegen W. ziehend.

Am 26. Gewitterwolken im NW. und S., am 29. Nebel von 6^h bis 7^h $30'$ Morgens.

Sachsenburg. Regen am 3. 8. 16. 22. 24. 25. 31., am 31. war die Schneegrenze auf der Sonnenseite 5500′, auf der Schattenseite 4900′.

Saifnitz. Regen am 1. 5. 9. 14. 23. 24. 28. 31.

Schemnitz. Regen am 1. 6. 27. 28. Gewitter am 12. Ab., am 19. und 25. Vorm. und am 31. Nachm.

Schössl. Regen am 2. 5. 12. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31., vom 29. auf 30. $2'''18$, am 3. 4. 6. Reif, am 7. Morgenfrost, Nachmittags um 3^h $15'$ wurde hier eine schwache Erderschütterung bemerkt, die jedoch in der Umgebung, besonders in nördlicher Richtung, heftig gewesen sein soll.

Näheres hierüber fehlt noch.

Am 8. Morgenfrost, am 12. von 2 bis 4 Uhr Ab. Gewitter am südlichen Horizonte, am 17. 18. 19. Höhenrauch, am 25. um 3^h Nachm. Gewitter im N., am 26. von 10^h $30'$ bis 12^h Nachts gegen N. und S., von O. nach W. ziehend, endlich am 27. Mittags.

Semlin. Regen am 5. 6. 13. 14. 26. 30., am 30. $6'''31$, am 12. Gewitter, am 13. von 5 bis 9 Uhr Ab. heftiges Gewitter im NNO. mit starken und häufigen Entladungen, am 30. um 8^h $30'$ Abends bis nach 10^h heftiges Gewitter. (Dieses Gewitter scheint mit dem Landregen vom 30. und 31. in den westlichen Gegenden in gar keinem Zusammenhange zu stehen.)

Senftenberg. Regen am 1. 5. 6. 11. 12. 13. 14. 17. 19. 25. bis 31., am 5. $8'''31$ mit Hagel, am 3. Reif auf den Dächern, am 6. auffallende nordlichtartige Helle im N. und NO. tief im Horizont. Herr Prorsen, welcher das Leuchten und Knistern der Quecksilbersäule jedesmal in seinem meteorologischen Tagebuch anmerkt, bemerkte dieses am 5. 6. 7. 12. 13. 17. und 19. Abends.

Am 11. seit 10^h $40'$ Donner aus Gewitterwolken im S. und SW., nach 1^h Regen, um 1^h $30'$ erste und stärkste Explosion von 2 Secunden, Intervalle um 1^h $43'$ 3 Secunden, 1^h $52'$ 5 Secunden, von da bis 2^h $0'$ alle 1 bis 2 Minuten ein starker Schlag mit Intervalle von 3 bis 4 Secunden. Nach 1^h $52'$ kurze Zeit hindurch schrotgrosser Hagel, von 2^h $10'$ an alle 2 bis 3 Minuten eine Explosion mit 3 bis 4 Secunden Intervalle, bis 2^h $25'$ alle 4 Minuten ein Schlag mit 3 bis 5 Secunden Intervalle. Das Gewitter verschwindet im Osten; um 3^h fernes Gewitter im S. Während des Gewitters Windstösse aus SO. und NW., Wolkenzug der hohen H^5 aus W., höhere F^5 aus SW.

Am 12. um 12^h Mitt., um 12^h $40'$ Ab. erbsengrosser Hagel, nach 1^h schwaches Gewitter, um 10^h Blitze im NW., um $10'$ $30'$ ein Donner.

Am 15. Morgens Reif auf den Dächern, am 15. und 16. schwacher Sonnenhof, am 17. um 8^h Morgens Spur von Höhenrauch, um Mittag deutlicher Geruch desselben, um 1^h schwacher Donner, Höhenrauch dauert den ganzen Tag, am 18. Morg. Spur hievon, am 19. Luft dunstig, die Sonne war orangen gefärbt, alle Wolken sind von sehr ausgedehnten strahlenförmigem Wasserziehen umgeben, starker Geruch nach Höhenrauch (Heerrauch), am 20. Morgens ist derselbe ganz verschwunden. Bis 24. oft reiner Himmel mit Federwolken wechselnd. Am 25. nach 4^h Ab. Donner im Zenithe.

Am 26. 2 Blitze im W. nach 10^h Ab., am 30. schon um 6^h Morg. dichter Regen aus tiefen Wolken bis 2^h, am 31. bis Mittag nur $0'''14$.

Sexten. Regen am 1. 2. 5. 7. 11. 12. 20. 22. 23. 24. 26. 30. 31., am 1. und 2. Schnee, am 6. dann 8. 9. 11. 14. 15. 28. Reif, am 7. dann 24. 30. 31. Nebel, am 11. um 4^h Gewitter, am 20. N^7 und Hagel.

Smyrna. Regen am 8. 13. 14. 15. 16. 17., am 17. $4'''00$, am 7. von 4 bis 5 Uhr Gewitter, vom 15. 11^h Ab. bis 16. 1^h Morg. Gewitter.

Tyrnau. Regen am 5. 19. 27. 31., am 31. $4'''16$, am 12. Ab. Blitze, am 19. Gewitter, am 30. Blitze. Grosse Trockenheit, der Wasserstand der Wag und March ist unter 0. Waldbäche sind schon wieder vertrocknet.

Trautenau. Regen am 1. 2. 3. 16. 25. 26. 27. 28. 29. 30., am 29. $8'''30$, am 1. 12^h bis 12^h $15'$ Regen mit Hagel ohne Schaden, am 17. 18. 19. 20. den ganzen Tag und Nacht Höhenrauch.

Trient. Regen am 12. 20. 23. 24. 26. 31., am 20. und 22. Gewitter, am 2. 7. 9. 10. 11. 14. Gewitteransammlung aus SW., aber im SO. sich entladend.

Triest. Regen am 1. 12. 13. 23. 24. 25. 26. 27. 30., am 26. $16'''00$, am 19. und 20. Nebel auf dem Meere.

Verlauf der Witterung im Mai 1857.

Udine. Regen am 2. 3. 13. 14. 23. 24. 25. 26. 30. 31., am 13. von 7^h bis 8^h 30′ Ab. Gewitter, am 14. von 12 bis 2 Uhr, am 23. von 8 bis 11 Uhr, am 25. von 3^h 15′ bis 7^h Ab., am 30. von 7 bis 9 Uhr, am 2. Hagel.

Unter-Tilliach. Regen am 5. 6. 7. 9. 17. 23. 24. 26. 30. 31., am 1. 2. 3. 7. Schnee, am 1. Nebel, am 2. war die Thalsohle (4600′) von allem Schnee frei; am 5. Abendroth, am 6. Reif, am 7. Höhennebel, am 11. Morgenroth, am 13. Abendroth, später Blitze, am 15. Reif, am 18. Morgenroth, am 23. Nebel, am 23. Morgenroth, am 26. Nebensonne, am 31. Höhennebel. Starke Ostwinde (O^5) waren am 24. und 29., Westwinde am 4. und 11.

Valona. Regen am 13. 15. 25. 31., am 25. $8^{'''}20$. Im ganzen Monate $20^{'''}13$.

Venedig. Regen am 5. 6. 11. 12. 14. 24. 25. 26. 27. 29. 30. 31., am 24. $13^{'''}67$, am 1. 2. Blitze, am 1. im O., am 12. um 10^h 30′ Ab. Gewitter bis Mitternacht, am 13. Blitze im N., ebenso am 23., später, um 1^h Morgens, am 24. Gewitter, um 7^h Ab. häufige Blitze und Donner.

Wallendorf. Regen am 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 12. 14. 16. 17. 18. 20. 24. bis 29., am 2. $11^{'''}76$, am 2. Überschwemmung, um 9^h Morg. Gewittersturm, am 13. Wirbelwinde, am 26. Donner, am 31. vorüberziehendes Gewitter ohne Regen, an beiden Tagen Morg. und Ab. SO. Wind, Mittags aber SW., Bewölkung zwischen 1. und 7. schwankend.

Weissbriach. Regen am 1. 2. 5. 6. 19. 20. 22. 24. 27. 30. 31., am 2. Hagel ohne Schaden, Gewitter am 12. 20. 27., am 27. mit haselnussgrossem Hagel, ebenfalls unschädlich.

Wien. Regen am 1. 3. 5. 6. 17. bis 20. 27. 28. 31., am 27. $7^{'''}50$, am 31. $6^{'''}89$.

Aus meinem Tagebuche führe ich nachstehende Aufzeichnungen an, welche grösstentheils mit jenen der Herren Beobachter an den auswärtigen Stationen im Zusammenhange stehen:

Am 1. hie und da Spritzregen, Nachmittags die Wolkendecke sehr oft gelichtet, Nachts und am 2. Morgens stärker bewölkt, Regentropfen, dann Ausheiterung und Abkühlung; am 3. Morg. Thau, hie und da Reif, Mittags Strichregen mit wenigem schrotgrossen Hagel (in Hadersfeld), bis 5. wechselnde Bewölkung, Drehung des Windes nach W., am 5. von 7 bis 11 Uhr Regen, dann Nachm. bis 4^h trübe.

Am 6. Aufheiterung aus N., bei Tag wechselnde Bewolkung, am 7. Spuren von Reif auf Wiesen, ebenso am 8. Morg. bei $+1^\circ 5$ im freien Felde, um 8^h Ab. $+3^\circ 0$ und dünner Nebel in Mauer bei Wien, am 9. Spuren von Reif, Nachm. leicht bewölkt, am 10. den ganzen Tag gewitterartige Wolkenansammlungen, gegen 4^h Streifregen, um 8^h Blitze im NO.

Am 11. heiter, dann starker SO., gewitterartige Wolken im SW., Abends wieder aufgelöst, Nachts und am 12. Morgens leicht bewölkt, steigende Wärme, um 2^h gewitterartige Wolken im WSW., im Quellengebiete der Liesing heftiges Gewitter mit starkem Gussregen und Hagel, die Liesing führt Abends bis 2 Fuss tiefe trübe Regenfluthen, Blitz und Donner waren von 1 bis 2 Uhr in Wien wahrnehmbar, um 5^h zuckten noch Blitze aus fernem SW. auf, um 8^h Ab. Regen, Nachts und am 13. bewölkt, halbheiter und starke Abkühlung, ebenso am 14., am 15. bei Tag und Nacht ganz heiter, in den Niederungen höhenrauchartige Nebelstreifen, am 16. Morgens starker Thau. In den Thaleinsenkungen bei Mauer, Lainz etc. starker Reif, der z. B. Kleefelder ganz weiss überzog, so dass man von den Blättern den Reif wie Schnee zusammenscharren konnte. Die Temperatur war auf freiem Felde um 4^h 30′ Morgens $+1\cdot 0$; auf Anhöhen keine Spur von Reif, ebenso auf Bäumen. Nachmittags Federwolken, grosser Sonnenhof, Abends Mondhof.

Am 17. halbheiter, dann doppelte Wolkendecke, später Regen von 2 bis 4 Uhr Ab., um 7^h 30′ Regen und Donner; am 18. Morgens ganz heiter, höhenrauchartiger Dunstnebel, der alle Gegenstände durchschimmern lässt, ebenso am 18. eine für unsere Gegenden eben nicht häufige Erscheinung, um 5^h Gewitterregen, um 9^h Blitze im S., Nachts heiter, doch rauchige Atmosphäre, man will einen eigenthümlichen Geruch an diesem Nebel wahrgenommen haben, am 19. von 7^h bis 7^h 40′ starkes Gewitter mit Regenguss im Zenithe der Orte Mauer und Atzgersdorf (1 Meile südlich von Wien), gegen Mittag rasche Aufheiterung, von 12 bis 2 Uhr Gewitter im SW., Donner hörbar, Platzregen, dann heiter, um 8^h 15′ Blitze im WSW., Nachts bewölkt, ebenso am 20., wo die Luft wieder neblichter wurde als gestern, sonst ganz wolkenlos bei SO. Wind.

Am 21. 22. und 23. sehr heiter, am 23. Morgens stürmischer Ostwind, ebenso am 25. bei Wolkenansammlungen am ganzen Himmel, im Bereiche Wiens nur Regentropfen, horizontale Nebensonnen, am 26. Morgens Höhennebel bis zum Fuss der Berge im SW. (900′ Schneehöhe), gegen O. und SO. gelichtet, später Ausheiterung von dort.

Am 26. um 10^h Ab. Minimum des Luftdruckes, um 10^h 12′ plötzlicher Sturm aus W., der zolldicke Äste von den Bäumen bricht, Ziegel von den Dächern wirft, um 8^h 15′ Regen und am 27. Landregen bis 5^h Ab., am 28. Aufheiterung aus SW., steigende Wärme, fast heiter, am 29. starker Thau und Nebel, besonders in der den Bergen nahen Ebene, der Nebel zieht später aus SSO. ab.

Am 30. Gewitterwolkenansammlung im W., dort auch Gewitter und Regen, in Wien nur kurzer Spritzregen, im SO. jenseits der Leitha kein Regen mehr, Nachts bewölkt, fernes Gewitter im S., am 31. Nachts starker Regen in Wien, nicht so jenseits des Leithagebirges, wo nur Mittags am 31. etwas Staubregen fiel.

Vom 31. Mai auf den 1. Juni starker Landregen im ganzen Bereiche Wiens und auch in der südöstlichen Gegend von Bruck an der Leitha bis Ödenburg.

Wilten. Regen am 13. 17. 19. 27. 30. 31., am 31. $5^{'''}90$, am 1. Schnee und Regenstürme über die Nordgebirge herab, am 2. Morgenroth, am 8. kalte O. und Nordostwinde, am 13. seit 25. April wieder der erste Regen, am 16. um 8^h Ab. Gewitter von W. nach O., an diesem Abende grosses Gewitter in Mailand; am 23. stürmischer trockener Südwind, am 24. mit Morgenroth, am 25. um 5^h Morg. Gewitterwolken im SO., am 26. stürmischer WSW. Wind, um 8^h Ab. Gewitterregen, am 27. Schnee auf den Bergen bis zu 5000′ herab, am 29. starke Morgenröthe und Wechselwinde, am 30. und 31. zu allen Beobachtungsstunden Regen.

Zavalje. Regen am 12. von 6^h 30′ durch die ganze Nacht bis 13. 8^h Ab. ($11^{'''}95$), am 26. von 8 bis 11 Uhr Ab., am 31. begann der Regen um 7^h Ab.

Störungen: der Magnetkraft keine, des Luftdruckes am 16., der Temperatur am 5. 25. bis 31., der Feuchtigkeit am 18., des Dunstdruckes am 24. und 25.

Magnetische Elemente für Wien am 15. und 16. Mai: Magnetische Declination $12^\circ 41'96$, Horizontale Intensität 2·01037, Inclination $64^\circ 11'20$.

Veränderungen.

Vom 5. bis 14. beobachtete in Gresten Fr. Magdalena Urlinger.

Die Beobachtungen auf dem Kahlenberge begann Herr Dr. H. Billhuber am 17.

Von Kaschau senden die Herren Gabriel von Corzan, Karl Wiedermann und Dr. Hermann Tausch seit Mai regelmässige und vollständige Beobachtungen ein.

In Komorn hat Herr Andreas Kögl, Amtsleiter des dortigen k. k. Telegrafenamtes, bereitwilligst die Beobachtungen übernommen.

In Kremsier beobachtet Herr J. Andreas Rettig, Piaristen-Ordenspriester.

In Lissa hat Herr Franz Krema seit Mai vollständige Beobachtungen begonnen.

In Mauer beobachtete während der Wintermonate der Sohn des Herrn J. Fischer, Joseph Fischer, die Temperatur; seit 19. April wurden die Beobachtungen wieder vom Referenten übernommen.

Verbesserung: In der Übersicht im März ist bei Rosenau und Wallendorf das Minimum der Temperatur — statt + zu lesen.

Phänologische Übersichten von Österreich im Mai 1857.

Von Karl Fritsch und Franz Löw.

Phytophänologische Beobachtungen.

(Die Daten gelten für die ersten Blüthen auf den günstigsten Standorten.)

Die ersten Blüthen:	Admont	Agram	Alt-Aussee	Botzen	Brunn	Bugganz	Cilli	Gastein	Gresten	Hermannstadt	Hlinik	Innsbruck	St. Jakob	Kaschau	Kesmark
Aesculus Hippocastanum	16,5	27 4	22 5	27,4	26,4	.	10,5	29/5	22/5	25 4	27 4	8 5	.	11 5	28 5
Antirrhinum majus	.	.		17 5	.	.	27 5	.	.	.	.	.	.	.	.
Aquilegia vulgaris				6/5		.	20 5	30 5	16/5	.	.	2 6	7 6	.	.
Asparagus officinalis				.		.		.			.	10 6	.	27 5	.
Asperula odorata				.	.			.	11/5	.		4 5	.	17 5	.
Berberis vulgaris	22 5	27 4		28/4		.	5 5	30 5	16 5	23 5	.	5 5	.	12 5	.
Campanula patula				.	.		19 5	.	24/5	29 5	.	7 5	.	.	.
Centaurea Cyanus				.	26 5	.	25 5	28 6	29/5	14 6	.	28 5	25 6	10 6	.
Cerastium arvense				.	.		.	.	.	.	.	6 4?	.	.	.
Chrysanthemum Leucanthemum	.	.		26 4	.		9 5	13 6	23/5	30 5	.	21 4	2 6	24 5	.
Convallaria majalis	26 5	27 4		.	14 5		5/5	.	10 5	10 5	.	8 5	.	8 5	.
Crataegus Oxyacantha	.	27 4		.	.	.		.	25/5	8 5	11 5	.	11 6	20 5	2 6
Cydonia vulgaris	.	27 4		.	.	.	.	.	.	.	.	13 5	.	.	.
Cytisus Laburnum		27 4		.	20 5	.	.	.	26,5	.	.	9 5	.	20 5	.
Dianthus Carthusianorum	.		.	.	15 6	.	11 6	1 6	.	17 5	.	10,5	.	16 6	.
Evonymus europaeus			27,5	.	3/6	.	27/5	.	24/5	7 5	16 5	.	.	23 5	.
Galeobdolon luteum	.	.		.	.	.	20 4	.	.	10 5	.	7 5		.	.
Geranium sanguineum		.		.		.	9 5	.	.	18 6	.	.	.	15 5	.
Helianthemum vulgare	.	.		.	.	.	19/5	.	.	.	.	2 6	3 6	.	.
Hesperis matronalis	.		.	.		.	19 4 ?	.	25/5	.	.	.	.	.	.
Hyoscyamus niger	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.
Iris germanica	.	.	.	6/5	15 5	.	.	.	.	.	.	19,5	29 5	.	.
„ Pseudacorus	.	.	.	.	.		25 5	.	31/5	16 5	.	.	.	.	.
Juglans regia	25,6 ?	27/4	.	24,4	.	12/5	.	.	.	10,5	.	5/5	2 6	10,5	.
Knautia arvensis	.		.	20/4	.	.	9/5	4,6	24/5	.	.	13 5	12 6	.	.
Lonicera Caprifolium	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	21/5	.	.	.
„ tatarica	.	27,4	26,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
„ Xylosteum	.	27,4	.	.	.	.	6/5	.	.	.	14 5	.	.	10,5	.
Lotus corniculatus	.	.	.	.	.	.	15 5	22,5	10,5	.	.	1 5	.	.	.
Lychnis flos cuculi	.	.	.	13/4	.	.	.	13/6	14 5	14 5	.	13,5	1 6	15,5	.
„ Viscaria	.	.	.	.	14/5	.	13 5	.	.	17/5	.	20,5	5 6	15 5	.
Matricaria Chamomilla	.	.	.	.	.	.	26 5	.	.	.	.	27,5	.	.	.
Morus alba	24,5	.	.	.	.	.	.	.	5/6	.	10,5	.	.	29 5	.
Myosotis palustris	.	22,4	.	.	2 6		.	12/5	25/5	14 5	.	14,4	13,6	.	.

Die ersten Blüthen:	Admont	Agram	Alt-Aussee	Botzen	Brunn	Bugganz	Cilli	Gastein	Gresten	Hermannstadt	Hlinik	Innsbruck	St. Jakob	Kaschau	Kesmark
Onobrychis sativa				.	.	.	14 5		30 5	17 5		7 5	.	.	.
Ornithogalum umbellatum	.	.	.	24 4	14 5	.			.	18 4	.	16 5	.		
Paeonia officinalis	23 5		.	12 5			.		22 5	.		9 5	8 6	25 5	
Pinus Abies	.		.		.			31 5	.	.		.	.		.
„ silvestris	20 5	.		.		.			26 5	.		.	24 5	.	2 6
Plantago media	.	.	.	7 5	.	.		.		.		11 5	.	18 5	.
Quercus pedunculata	22 5	17 4				10 5			.	25/4	4 5	.	.	.	.
„ Robur	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		.	.
Reseda lutea	.	.		.	.	.	12 5		.	.	.	24 5		.	.
Robinia Pseudacacia	19 6	.	.	13 5	20 5	.	27 5		8 6	26 5	1 6	27 5	.	27 5	.
Rubus Idaeus	2 6			10 5	.	24 5	.		27 5	23/5	.	14 5	.	7 6	.
Salvia pratensis	.		.	7 5	.	.	8 5	.	13,5	20,4	.	7 5	.	20,5	2 6
Sorbus aucuparia	26/5	.	25 5	.	.	26 5	.	29 5	26 5	.	23 5	13 5	3 6	19,5	25 5
Symphytum officinale	.	5 6	.	13,5	14 6	.	.		20 5	16 5	.	5 5	.	12 5	.
Syringa vulgaris	22 5	27 4	24 5	20 4	4 5	.	7 5	.	13 5	23 4	13 5	9/5	.	11 5	.
Thymus Serpyllum	.	.	.	.	.		.	.	.		.	31 5	12,6	20 5	.
Tragopogon pratensis	.	.	.	13 4	.		.	.	14 5		.	13 5	.	.	
Trifolium pratense		27,4	.	13 4	.	.	19,4	.	3/5	.	.	2 5	5 6	12 5	.
Trollius europaeus	.	27,4	.	.	.	.	.	.	.	17 5	.	23/4	.	.	.
Tulipa Gesneriana		.	.	24,4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Vaccinium Myrtillus	.	.		.	.	.	11/4	19 5	.	.	.	26 4	.	.	.
Valeriana officinalis		.	.		.	.	.			.	.	27,5	.	.	.
Viburnum Lantana		.	.	27 4	.		23 4		.	.	.	3 5	.	.	.
„ Opulus	30 5	.		1 5	3 6	25 5	.		26 5	1 5		22 5	.	20 5	.

Die ersten Blüthen:	Kirchdorf	Klagenfurt	Königsberg	Kremsier	Kremsmünster	Kronstadt	Laibach	Lemberg	Leutschau	Lienz	Linz	Mediasch	Neusohl	Neutitschein
Aesculus Hippocastanum	18 5	15 5		.	16 5	6 5	4 5	14 5	19 5	16 5	12 5	26 4	10/5	18 5
Antirrhinum majus	.	9 6		.			.	.	.	.	24 6	.	.	.
Aquilegia vulgaris		22 5		.	27 5			31,5	28 5	.	20/5		8 6	.
Asparagus officinalis	9 6	.			28 5			4 6	29 5	4 6	.	.	.	.
Asperula odorata	.					.	4 5	16 5	.	18 6		26 4	17,5	.
Berberis vulgaris	23 5	18 5	.	.	18 5	11 5	11 5	23 5		21,5	14 5	5 5	23 5	20 5
Campanula patula	23 5	25/5	.	.	19 5	.	.	7 6	.	19 5	20 5	.	.	.
Centaurea Cyanus	31 5		.	.	3 6	.	20 5	28/5	23 5	29 5	.	.	27 5	5 6
Cerastium arvense	20 5	.	.	.	30 4	.	.	14 5	5 5		13 5	.	.	.
Chrysanthemum Leucanthemum	20 5	21 5	.	.	13 5	31 5	.	.		23 5	19 5	25/5		.

Die ersten Blüthen:	Kirchdorf	Klagenfurt	Königsberg	Kremsier	Kremsmünster	Kronstadt	Laibach	Lemberg	Leutschau	Lienz	Linz	Mediasch	Neusohl	Neutitschein
Convallaria majalis		.	.	.	.	5,5	.	14/5	25/5	19/5	12/5	20/4	.	9,5
Crataegus Oxyacantha	25/5	30/5	14/5	.	17,5	14,5	16/4 ?	27/5	23/5	30,5	.	9,5	21,5	.
Cydonia vulgaris		19/5	.	.	.	.	.	27/5	.	.	.	.	.	.
Cytisus Laburnum	.	1,6	.	.	21/5	14/5	.	1/6	26,5	.	.	.	.	.
Dianthus Carthusianorum	30/5	24,5	.	6,6	2,6	.	.	11,6	7/6	.	22,5	.	.	.
Evonymus europaeus	31 5	22/5	.	.	23/5	11,5	.	.	25 5	.	.	.	27 5	29,5
Galeobdolon luteum	20 5	.	.	.	30 4	.	11/5	4/5	29/5	1 6	9 5	.	16,5	.
Geranium sanguineum	.	.	.	.	.	.	23,5	23/5	1/6	.	.	.	14,6	.
Helianthemum vulgare	30 5	.	.	14,6	.	.	.	.	.	1,6	28,5	.	.	.
Hesperis matronalis	.	.	.	.	28,5	.	.	.	.	.	23,5	.	19 6	4 6
Hyoscyamus niger	.	.	.	.	.	.	.	20,5	26,5	12 6	29,5	.	20 5	.
Iris germanica	2 6	15,5	.	.	30 5	.	.	31,5	2 6	.	13,5	.	.	.
„ Pseudacorus	.	.	.	.	.	.	20 5	5,6	.	.	25,5	.	.	.
Juglans regia	.	.	.	.	19,5	.	.	22/5	10 5	16/5	.	22 4	22,5	2 6
Knautia arvensis	25 6	.	.	5/6	2/6	.	.	7,6	18,6	23/5	.	.	.	.
Lonicera Caprifolium	3,6	.	.	.	25/5	18/5	11/5	.	26,5	.	5/6	.	30/5	.
„ tatarica	.	14,5	.	.	.	30/4	.	18,5	.	.	.	.	.	.
„ Xylosteum	23,5	14/5	.	.	14 5	11,5	.	.	18/5	22,5	11/5	.	12 5	15/5
Lotus corniculatus	25/5	.	.	.	8,5	.	.	8/6	30/5	13/5	6 6	.	.	.
Lychnis flos cuculi	20 5	.	.	.	17/5	.	.	28 5	28/5	22 5	20,5	.	26/5	.
„ Viscaria	.	24,5	.	.	.	.	.	.	11/6	27,5	23/5	.	.	.
Matricaria Chamomilla	.	.	.	.	.	.	.	18 6	18/6	28,5	.	.	.	.
Morus alba	.	5 6	.	.	31,5	26,5	.	.	.	.	.	15/5	.	.
Myosotis palustris	31/5	6 5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Onobrychis sativa	30 5	.	.	.	25,5	.	20 5	8 6	1,6	8 6	20 5	.	1,6	.
Ornithogalum umbellatum	20,5	.	.	.	16,5	.	.	1 6	.	25,5	11/5	26 4	20 5	.
Paeonia officinalis	30 5	.	.	3,6	18,5	.	.	.	29 5	30 5	.	.	.	22,5
Pinus Abies	.	.	.	.	.	.	.	.	.	13/5	.	.	.	.
„ silvestris		.	.	.	.	.	.	29 5	.	31,5	.	.	.	.
Plantago media	.	.	.	.	19 5	.	.	3/6	20 5	13 5	16 5	21 4	16 5	.
Quercus pedunculata	.	12 5	.	.	.	.	6,5	17 5	18,5	10 5	.	20/4	.	22,5
„ Robur	.	.	.	.	14 5	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Reseda lutea	29 5	.	.	.	18/5	.	7 5	10/6 ?	.	.	18,5	.	16/5	.
Robinia Pseudacacia	.	1 6	14,5	.	.	30 5	.	7,6	17 6	.	3 6	23,5	3 6	5/6
Rubus Idaeus	.	27 5	15 6	1 6	28 5	.	20 5	.	5 6	3 6	.	13 5	.	26 5
Salvia pratensis	.	15 5	.	.	11 5	20,5	8 5	.	22 5	16,5	11 5	27/4	16 5	.
Sorbus aucuparia		.	23 5	.	.	11 5	7,5	.	25 5	23 5	.	.	20 5	.
Symphytum officinale	.	.	.	.	17,5	.	24 5	22 5	.	23 5	11 5	.	2 5	.
Syringa vulgaris	18 5	13/5	3,5	.	14 5	6/5	4 5	18,5	21 5	21 5	12,5	20 4	17 5	19/5
Thymus Serpyllum	.		.	.	.	20,5	.	.	24 5	14 6	.	.	.	.

Die ersten Blüthen:	Kirchdorf	Klagenfurt	Königsberg	Kremsier	Kremsmünster	Kronstadt	Laibach	Lemberg	Leutschau	Lienz	Linz	Mediasch	Neusohl	Neutitschein
Tragopogon pratensis	20/5	25/5		.	14 5			2 6	5 6	17,5	15,5	.	30,5	
Trifolium pratense	20,5		.		8 5	18/5		20/5	15/5	19,5	3 6	27/4	18 5	.
Trollius europaeus	14/5							22,5	.		5/5			.
Tulipa Gesneriana	.			.	13 5	.		.	12,5	.	8/5		.	.
Vaccinium Myrtillus	13/5				2,5	.		4,5		1,5	.		.	8,6
Valeriana officinalis		.		5,6	18 5			30 5	.	.	29 5		18 6	.
Viburnum Lantana	25 5	13,5	.		11 5	28,4		.	.	28 5	12 5	26 4	13 5	.
„ Opulus	4 6	25,5	30 4	1 6	25 5	11/5			27 5	29 5	18,5	4 5	6 6	25 5

Die ersten Blüthen:	Ofen	Prag	Pressburg	Roveredo	Rzeszow	Schässburg	Schemnitz	Schössl	Szkleno	Szliács	Taufers	Weissbriach	Wien	Wilten
Aesculus Hippocastanum	22 4	12,5	21,4	21 4	15 5	10 5	15 5	21 5	12 5	22 5		.	24 4	21 5
Antirrhinum majus	31 5	28 5	.	14 5	.		.		.	.	.	.		.
Aquilegia vulgaris	14 5	24 5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	19 5	29,5
Asparagus officinalis	.	.	.	.		.		.	.	.	.	.	19 5	27,5
Asperula odorata	.	.	.	.				.	.	.	.	.	1,5	.
Berberis vulgaris	27,4	18 5	.	.		5 5	.	.	.	.	25,5	.	9 5	21/5
Campanula patula	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	23/5	15,5
Centaurea Cyanus	23,5	3,6	.	25 5	.			.	.	.	.	.	27/5	.
Cerastium arvense	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	2,5	14/5
Chrysanthemum Leucanthemum	.	22 5	.	13,5	.	.	.	.	.	.	21,5	.	16,5	15/5
Convallaria majalis	22 4	.	21 4	.	2,5	28 4	.	.	.	.	.	2 6	2,5	12 5
Crataegus Oxyacantha	29,4	.	.	.	.		23,5	.	.	23 5	.	.	14 5	25,5
Cydonia vulgaris	5 5	.	.	.	.	.	22 5	.	.	.	.	.	14,5	20/5
Cytisus Laburnum	9,5	18,5	.	.		21 5	21 5	.	20,5	.	.	.	15 5	17/5
Dianthus Carthusianorum	13,5	25 5	.	.	.		.	.	.	.	.	.	19,5	23,5
Evonymus europaeus	29,4	.	.	.	.	.	23,5	.	.	13,6	.	.	13 5	26,5
Galeobdolon luteum	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	6 5	25/5
Geranium sanguineum	17 5	.	.	.					.	.	.	.	22,5	.
Helianthemum vulgare	4 5	.	.	.		.			.	.	.	12 6	26,5	.
Hesperis matronalis	.	.	.	.	.		.			.	.	.	21/5	.
Hyoscyamus niger	2 5	3 6	.	15,6				.	.	.	.	.	19/5	.
Iris germanica	8/5	.	.	17,5	.		.	.	.	.	.	.	18/5	23,5
„ Pseudacorus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	28/5	.
Juglans regia	9,5	.	30,4	.	.	8 5	22/5	30,5		15,5	.	.	12,5	16/5
Knautia arvensis	.	22 5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7,6	28/5	18,5
Lonicera Caprifolium	.	.	.	.	.			.	.	.		.	25/5	23/5

Die ersten Blüthen:	Ofen	Prag	Pressburg	Roveredo	Rzeszow	Schässburg	Schemnitz	Schössl	Sklene	Szliács	Taufers	Weissbriach	Wien	Wilten
Lonicera tatarica	.	18/5	.	.	.	.	20/5	.	.	.	.	.	8,5	.
„ Xylosteum	.	15/5	.		.	6/5	14/5	.	.	.	.	.	3/5	18/5
Lotus corniculatus	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	21/5	8/5
Lychnis flos cuculi	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	3/6	27,5	15/5
„ Viscaria	.	.	19,4 ?	.	.	.	.	.	.	.	.	.	20/5	21/5
Matricaria Chamomilla	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.	18/5	20/5
Morus alba	10/5	.	.	3/5	.	26,5	5/6	.	.	.	.	.	13,5	.
Myosotis palustris		.	16,4	.			.		.	.			18/4	.
Onobrychis sativa	.	28/5	.	.		.	.		.		.	20/6	16/5	14/5
Ornithogalum umbellatum	16/4	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	2/5	15/5
Paeonia officinalis	8,5	.	.	.	28/5		.		10/5	.	3/6	10/6	18/5	23/5
Pinus Abies				.	.		.		.	.	.	.		
„ silvestris	9/5	.	.		.	.	24/5	.	.	.	1,6	.	16,5	8/5
Plantago media		26/5	.			.	.	.	.	.	.		16/5	8/5
Quercus pedunculata		.	23/4	.	20/5	27/4	23/5	.	.	.	.		24/4	.
„ Robur	.	.	.	.	.	3/5	22/5		.	.	.			.
Reseda lutea	10,5	.	.	.	.		.		.	.	.	.	12/5	
Robinia Pseudacacia	17/5	26,5		18/5	8,6	26/5	16/6	.	6/6	5/6	.		24/5	
Rubus Idaeus		23,5	.	.	3/6	30/5	5,6	.	.	1,5	9/6		19/5	27/5
Salvia pratensis	4/5	.	22/4	14/5	.		.			.	.	4/6	28,4	14/5
Sorbus aucuparia	.	.	.	.	.	22/5	26/5			14/5		6/6	12/5	17,5
Symphytum officinale	7/5		.	.		.	.		.	.	.	4/6	?/5	16,5
Syringa vulgaris				.	18/5	25/4	16/5	22/5	20,5	11/5	27/5	.	28/4	9,5
Thymus Serpyllum	4/5			10/5		.	.		.	.	.	.	17/5	27/5
Tragopogon pratensis	.	22/5		.			.	.				.		8/5
Trifolium pratense				12/5				5/6	.	.	24/5	12/6	30/4	8/5
Trollius europaeus		.							.	.	.		12/5	8,5
Tulipa Gesneriana			.				.	.	.			.		15/4 ?
Vaccinium Myrtillus					.	.	20/4	.		.	1/5	12/5		.
Valeriana officinalis	.		.	.	.	.	.	.				.	19/5	.
Viburnum Lantana				.	.	28/4	17/5	.		.		2/6	30/4	15/5
„ Opulus	14/5	24,5		.	.		22,5		.	.	.	18,6	23/5	23/5

Zoophänologische Beobachtungen.

Die Zeiten gelten für die erste Erscheinung.

Erste Erscheinung:	Agram	Botzen	Cilli	Gresten	Hermannstadt	Innsbruck	Kaschau	Kesmark	Kirchdorf	Kremsmünster	Leutschau	Linz	Neutitschein	Prag	Taufers	Wien
Antocharis Cardamines	22/3	.	19/4	20/4	.	3/5	.	.	20/4	.	5/5	8/5	20/5	[illegible]	6/5	18/4
Callidium sanguineum	.	.	.	.	14/4	.	.	.	.	.	.	13/4	.	.	.	4/4
„ violaceum	12/4	7/5	.	.	.	28/5	.	.	.	.	25/5	11/5	.	.	.	.
Calopteryx Virgo	.	.	.	.	.	.	30/5	.	4/6	6/6	.	22/5	26/5	5/6	.	11/5
Cantharis vesicatoria	23/4	5/5	.	.	5/6	.	.	.	.	.	.	25/5	9/6	.	.	3/6
Cercopis sanguinolenta	.	.	.	11/5	.	.	26/5	.	.	.	.	22/5	.	22/5	.	21/5
Cetonia aurata	8/4	8/5	19/4	.	.	12/5	.	21/5	26/3	.	20/5	20/3	19/5	29/5	9/5	14/4
„ hirtella	.	.	.	.	10/4	.	.	.	.	.	.	.	.	17/4	.	19/4
Chrysomela fastuosa	3/4	.	.	.	.	.	.	.	4/6	.	.	9/5	.	19/6	.	14/5
Coenonympha Pamphilus	.	.	.	27/5	.	24/4	.	.	.	.	.	12/5	22/5	11/5	12/5	15/5
Colias Hyale	.	.	17/5	9/5	.	21/5	8/5	.	.	.	22/5	.	20/5	.	.	22/5
Crex pratensis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	12/5	17/5	.	.	.
Cryptocephalus sericeus	3/4	.	.	25/5	15/6	.	29/5	.	.	.	27/6	12/5	8/6	.	.	6/5
Cypselus apus	. .	8/5	.	10/5	.	.	.	.	8/5	8/5	.	5/5	.	.	8/5	8/5
Eristalis tenax	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	18/5	.	16/5	.	6/4
Eurydema oleraceum	.	.	.	11/5	.	.	.	.	.	.	22/5	.	13/5	30/3	.	16/3
Gryllotalpa vulgaris	.	.	.	.	.	13/6	.	.	24/5	2/5	16/5	16/5	19/5	.	.	6/5
Gryllus campestris	.	.	.	.	.	9/4?	.	.	28/5	4/5	6/5	10/5	20/5	.	.	11/5
Lacon murinus	.	.	.	5/6	.	20/5	.	.	.	.	12/5	21/4	15/5	.	.	8/5
Lamia textor	.	22/4	18/4	.	.	10/4	.	21/5	.	.	21/5	8/5	8/6	.	.	.
Lanius collurio	.	.	.	.	.	.	.	.	.	16/4	.	7/5	.	.	.	1/5
Lema asparagi	7/4	3/5	5/5	.	.	.	23/5	.	.	24/6	.	.	.	.	.	19/5
„ duodecim-punctata	7/4	.	.	.	.	7/5	.	.	.	.	.	21/5	.	26/5	.	19/5
„ merdigera	7/4	27/3	.	.	.	8/4	23/5	.	.	.	.	2/4	.	.	.	6/5
Malachius aeneus	.	8/5	.	11/5	.	.	.	.	.	9/6	.	.	6/6	25/8	.	16/5
Oriolus galbula	.	.	.	9/5	.	.	.	.	8/5	3/5	.	11/5	.	.	.	.
Pentatoma baccarum	.	.	.	1/5	24/5	.	.	.	.	.	.	31/3	18/5	.	.	15/4
„ prasinum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	21/5	18/3	20/5	9/5	.	19/5
Perdix Coturnix	.	.	.	26/5	15/4	12/5	28/4	16/5	11/5	15/5	10/5	9/5	20/5	.	10/5	2/5
Phyllopertha horticola	22/4	.	.	28/5	.	2/6	1/6	21/5	.	.	.	22/5	19/5	29/5	.	24/5
Rhagium mordax	23/4	.	10/5	.	24/5	.	.	.	.	.	.	.	.	4/6	.	21/4
Sturnus vulgaris	.	.	.	.	.	.	.	.	20/5	23/5	.	28/5	.	.	.	.
Syromastes marginatus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	11/5	.	21/4
Telephorus rusticus	.	.	.	.	24/4	.	.	22/5	.	.	.	7/5	.	.	.	2/5

Gang der Wärme und des Luftdruckes im Mai 1857.

Die punctirten Linien stellen die Wärme, die ausgezogenen den Luftdruck dar.
Die beigeschriebenen Zahlen sind Monatmittel, denen die stärkeren Horizontallinien entsprechen.
Ein Netztheil entspricht bei der Wärme einem Grad Réaumur, beim Luftdrucke einer Pariser Linie.

